

PATENT  
Customer No. 22,852  
Attorney Docket No. 04739.0081-00

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: )  
Morio OBA et al. ) Group Art Unit: Not Assigned  
Application No.: Not Assigned ) Examiner: Not Assigned  
Filed: March 31, 2004 )  
For: DESIGN DATA GENERATING )  
APPARATUS AND DESIGN DATA )  
GENERATING METHOD )

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**CLAIM FOR PRIORITY**

Sir:

Under the provisions of Section 119 of 35 U.S.C., Applicants hereby claim the benefit of the filing date of Japanese Patent Application Numbers 2003-184124, filed June 27, 2003 and 2003-110675, filed April 15, 2003, for the above-identified United States Patent Application.

In support of Applicants' claim for priority, certified copies of the priority applications are filed herewith.

Respectfully submitted,

FINNEGAN, HENDERSON, FARABOW,  
GARRETT & DUNNER, L.L.P.

Dated: March 31, 2004

By: J. W. Edmondson  
James W. Edmondson  
Reg. No. 33,871

Translation of Priority Certificate

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

Date of Application: June 27, 2003

Application Number: Patent Application No. 2003-184124  
[ST.10/C]: [JP2003-184124]

Applicant(s): TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA

January 5, 2004

Commissioner, Japan Patent Office Yasuo IMAI

Priority Certificate No. 2003-3108447

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 6月27日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-184124  
Application Number:

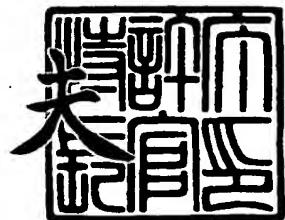
[ST. 10/C] : [JP2003-184124]

出願人 トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

2004年 1月 5日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康



【書類名】 特許願

【整理番号】 TY1-5531

【提出日】 平成15年 6月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 17/50

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 大場 盛夫

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 根岸 孝年

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 三嶋 保夫

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 藤原 幸司

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 佐藤 晶冠

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 永田 隆司

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100075258

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 研二

【電話番号】 0422-21-2340

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100096976

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 純

【電話番号】 0422-21-2340

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 設計データ生成装置および設計データ生成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 既存の物品形状に対して形状変形処理を施すことによって物品の新たな設計データを生成する設計データ生成装置であって、

前記既存部品の形状に所定の間隔で節点を付与する節点付与手段と、

前記既存部品形状の稜線の一つを移動元線と定義する移動元線定義手段と、

前記移動元線上の前記節点の法平面による前記既存部品の断面形状をそれぞれ作成する法平面断面形状作成手段と、

前記移動元線の移動先である移動先線を指定する移動先線指定手段と、

前記既存部品形状から、固定稜線を指定する固定稜線指定手段と、

前記固定稜線と交差する法平面断面形状に対しては、前記移動元線に属する節点を前記移動先線上の対応する点に移動させる相似的変形を施して再配置する相似的変形断面形状作成および再配置手段と、

前記固定稜線と交差しない法平面断面形状を前記移動先線上の対応する点に再配置させる断面形状再配置手段と、

を備え、

前記再配置された前記相似的変形断面形状および前記法平面断面形状の連なりによって規定される新たな部品の形状を生成することを特徴とする設計データ生成装置。

【請求項 2】 既存の物品形状に対して形状変形処理を施すことによって物品の新たな設計データを生成する設計データ生成装置であって、

前記既存部品の形状に所定の間隔で節点を付与する節点付与手段と、

前記既存部品形状の稜線の1つを第1移動元線と指定し、前記第1移動元線以外の稜線の1つを第2移動元線と定義する移動元線定義手段と、

前記第1移動元線上の前記節点の法平面による前記既存部品の断面形状をそれぞれ作成する法平面断面形状作成手段と、

前記第1移動元線の移動先である第1移動先線を指定し、前記第2移動元線の移動先である第2移動先線を指定する移動先線指定手段と、

前記第2移動元線と交差する法平面断面形状に対しては、前記第1移動元線に属する節点を前記第1移動先線上の対応する点に移動させ、前記第2移動元線上の節点を前記第2移動先線上の対応する点に移動させる相似的変形を施して再配置する相似的変形断面形状作成および再配置手段と、

前記第2移動元線と交差しない法平面断面形状を前記第1移動先線上の対応する点に再配置させる断面形状再配置手段と、  
を備え、

前記再配置された前記相似的変形断面形状および前記法平面断面形状の連なりによって規定される新たな部品の形状を生成することを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項3】** 請求項1に記載の設計データ生成装置において、  
前記法平面断面形状上に所定の間隔で形状節点を付与する形状節点付与手段を備え、

前記相似的変形処理において、前記形状節点は、前記法平面断面形状の移動元線に属する節点から前記移動先線の対応する点への移動ベクトルに、前記固定稜線から前記形状節点までの距離を前記移動元線に属する節点から移動先線上の対応する点までの距離で割った比を乗じた形状節点移動ベクトルにしたがって移動し、前記法平面断面形状が相似的変形することを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項4】** 請求項2に記載の設計データ生成装置において、  
前記法平面断面形状上に所定の間隔で形状節点を付与する形状節点付与手段を備え、

前記相似的変形処理において、前記形状節点は、前記第1移動元線に属する節点から前記第1移動先線の対応する点への第1移動ベクトルに、前記第2移動元線から前記形状節点までの距離を前記第1移動元線に属する節点から第1移動先線上の対応する点までの距離で割った比を乗じた第1形状節点移動ベクトルにしたがって移動し、

さらに、第2移動元線に属する節点から前記第2移動先線の対応する点への第2移動ベクトルに、前記第1移動元線から前記形状節点までの距離を前記第1移

動元線に属する節点から第2移動先線上の対応する点までの距離で割った比を乗じた第2形状節点移動ベクトルにしたがって移動し、

前記法平面断面形状が相似的変形することを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項5】** 請求項1から4のいずれか1項に記載の設計データ生成装置において、

前記既存の物品形状から、非変形領域を指定する非変形領域指定手段を備え、前記相似的変形処理において、前記法平面断面形状の前記非変形領域に属する形状は変形させないことを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項6】** 請求項1から5のいずれか1項に記載の設計データ生成装置において、

前記既存の物品形状から、固定形状を指定する固定形状指定手段を備え、前記相似的変形処理において、前記固定形状は固定されることを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項7】** 請求項1から6のいずれか1項に記載の設計データ生成装置において、

前記移動元線上の節点から移動先線上の対応する点への前記節点および法平面断面形状の移動の割合を指定する移動割合指定手段と、

前記移動先を移動先線上の対応する点までに制限するか、制限しないかを指定する移動延長可否指示手段と、

を備え、

前記相似的変形処理および再配置処理において、

前記制限された場合、前記移動元線上の節点から移動先線上の対応する点を結ぶ線分上の前記割合に応じた点に前記節点および法平面断面形状を移動し、

前記制限されなかった場合、前記移動元線上の節点から移動先線上の対応する点を結ぶ線分の延長線上の前記割合に応じた点に前記節点および法平面断面形状を移動させることを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項8】** 請求項1から7のいずれか1項に記載の設計データ生成装置において、

前記移動元線上の節点と移動先線上の点との対応を指定する対応指定手段を備

え、

前記相似的変形処理および再配置処理において、  
前記節点および前記節点の法平面断面形状を前記指定に応じた点に移動させる  
ことを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項 9】** 請求項 8 に記載の設計データ生成装置において、  
前記対応は、前記節点が前記移動元線の線分を内分する内分比と等しい内分比  
で、前記移動先線の線分を内分する点に対応する等内分比対応を含み、  
前記等内分比対応が指定された場合、  
前記相似的変形処理および再配置処理において、前記移動元線上の内分比が A  
である節点およびその節点の法平面断面形状は、移動先線上の内分比が A である  
点に移動することを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項 10】** 請求項 8 に記載の設計データ生成装置において、  
前記対応は、前記節点が移動先線上の点であって、前記移動先線上の点から下  
ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差する点に対応する移動先線垂線対応  
を含み、  
前記移動先線垂線対応が指定された場合、  
前記相似的変形処理および再配置処理において、移動先線上の点であって前記  
移動先線上の点から下ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差できる点へそ  
の節点およびその節点の法平面断面形状が移動することを特徴とする設計データ  
生成装置。

**【請求項 11】** 請求項 8 に記載の設計データ生成装置において、  
前記対応は、前記節点がその節点における法平面と前記移動先線との交点に対  
応する移動元線垂線対応を含み、  
前記移動先線垂線対応が指定された場合、  
前記相似的変形処理および再配置処理において、前記節点および前記節点の法  
平面断面形状はその節点の法平面と前記移動先線との交点に移動することを特徴  
とする設計データ生成装置。

**【請求項 12】** 請求項 8 に記載の設計データ生成装置において、  
前記対応は、前記節点が指定された一の平面に平行な面であって、前記節点を

含む面と前記移動先線が交差する点に対応する指定平面对応を含み、  
前記一の平面を指示する平面指示手段を備え、  
前記指定平面对応が指定された場合、  
前記法平面断面形状の相似的变形処理再配置において、  
前記移動元線上の節点および節点の法平面断面形状は、前記指定された一の平面に平行な面であって、前記節点を含む面が前記移動先線と交差する点に移動することを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項13】** 請求項10または12に記載の設計データ生成装置において、

前記対応指定手段において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状の対応先をさらに指定する補助対応指定手段を備え、

前記相似的变形処理および再配置処理において、  
前記対応指定手段において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状を前記補助指定に応じた点に移動させることを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項14】** 請求項13に記載の設計データ生成装置において、

前記補助対応は前記節点が、前記移動先線の延長線上の点であって、その点から下ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差する点に対応する移動先線延長補助対応を含み、

前記移動先線延長補助対応が指定された場合、  
前記相似的变形処理および再配置処理において、前記対応指定手段において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状を、移動先線の延長線上の点であってその点から下ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差する点に移動させることを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項15】** 請求項13に記載の設計データ生成装置において、

前記補助対応は前記節点が、前記移動先線上の最近点に対応する最近点補助対応を含み、

前記最近点補助対応が指定された場合、

前記相似的変形処理および再配置処理において、前記対応指定手段において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状を前記移動先線上の最近点に移動させることを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項 16】** 請求項1から15のいずれか1項に記載の設計データ生成装置において、

前記移動元線の曲率半径の下限値を定義する下限曲率半径定義手段と、

前記移動元線上の曲率が、前記下限曲率半径より小さい節点間に、前記節点間の移動元線上をn（n：1以上の整数）分割する位置に新たな補助節点を配置する補助節点付与手段と、

を備え、

前記法平面断面形状作成手段において、前記補助節点における前記既存部品の補助法平面断面形状を作成し、

前記補助法平面断面形状にも前記相似的変形断面形状作成および再配置を行うことを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項 17】** 請求項1から16のいずれか1項に記載の設計データ生成装置において、

前記相似的変形および再配置された断面形状が移動先線上の点において配置される面を指示する配置面指示手段を備え、

前記指示された配置面に前記相似的変形および再配置された断面形状が配置され、前記配置された断面形状の連なりによって規定される新たな部品の形状を生成することを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項 18】** 請求項17に記載の設計データ生成装置において、

前記配置面指示は前記移動先線の法平面である移動先線法平面配置指定を含み、

前記相似的変形および再配置された断面形状を、移動先線上の点においてその法平面上に配置させることを特徴とする設計データ生成装置。

**【請求項 19】** 請求項17に記載の設計データ生成装置において、

前記配置面指示は前記移動元の移動元線の法平面に平行な面である移動元線法平面指定を含み、

前記相似的変形および再配置された断面形状を、移動先線上の点において前記移動元の移動元線の法平面に平行な面に配置させることを特徴とする設計データ生成装置。

【請求項20】 請求項1から19のいずれか1項に記載の設計データ生成装置において、

前記移動元線を2以上に分割する移動元線分割指示を受け付ける移動元線分割指示手段を備え、

相似的変形断面形状作成および再配置手段において、前記分割された第1分割移動元線に属する法平面断面のみに相似的変形を施し、前記第1分割移動元線につながる第2分割移動元線に属する法平面断面の規定する形状の面を規定する制御点は固定したまま、節点は部品形状の連続性を保つように移動する第1の相似的変形処理を行い、

引き続き、前記分割された第2分割移動元線に属する法平面断面のみに相似的変形を施し、前記第2分割移動元線につながる第3分割移動元線に属する法平面断面の規定する形状の面を規定する制御点は固定したまま、節点は部品形状の連続性を保つように移動する第2の相似的変形処理を行い、

以降、順次全ての移動元線に渡って同様な変形処理を行い、新たな形状の前記分割の境界は滑らかであることを特徴とする設計データ生成装置。

【請求項21】 既存の物品形状に対して形状変形処理を施すことによって物品の新たな設計データを生成する設計データ生成方法であって、

前記既存部品の形状に所定の間隔で節点を付与する節点付与工程と、

前記既存部品形状の稜線の一つを移動元線と定義する移動元線定義工程と、

前記移動元線上の前記節点の法平面による前記既存部品の断面形状をそれぞれ作成する法平面断面形状作成工程と、

前記移動元線の移動先である移動先線を指定する移動先線指定工程と、

前記既存部品形状から、固定稜線を指定する固定稜線指定工程と、

前記固定稜線と交差する法平面断面形状に対しては、前記移動元線に属する節

点を前記移動先線上の対応する点に移動させる相似的変形を施して再配置する相似的変形断面形状作成および再配置工程と、

前記固定稜線と交差しない法平面断面形状を前記移動先線上の対応する点に再配置させる断面形状再配置工程と、

を含み、

前記再配置された前記相似的変形断面形状および前記法平面断面形状の連なりによって規定される新たな部品の形状を生成することを特徴とする設計データ生成方法。

**【請求項 2 2】** 既存の物品形状に対して形状変形処理を施すことによって物品の新たな設計データを生成する設計データ生成方法であって、

前記既存部品の形状に所定の間隔で節点を付与する節点付与工程と、

前記既存部品形状の稜線の 1 つを第 1 移動元線と指定し、前記第 1 移動元線以外の稜線の 1 つを第 2 移動元線と定義する移動元線定義工程と、

前記第 1 移動元線上の前記節点の法平面による前記既存部品の断面形状をそれぞれ作成する法平面断面形状作成工程と、

前記第 1 移動元線の移動先である第 1 移動先線を指定し、前記第 2 移動元線の移動先である第 2 移動先線を指定する移動先線指定工程と、

前記第 2 移動元線と交差する法平面断面形状に対しては、前記第 1 移動元線に属する節点を前記第 1 移動先線上の対応する点に移動させ、前記第 2 移動元線上の節点を前記第 2 移動先線上の対応する点に移動させる相似的変形を施して再配置する相似的変形断面形状作成および再配置工程と、

前記第 2 移動元線と交差しない法平面断面形状を前記第 1 移動先線上の対応する点に再配置させる断面形状再配置工程と、

を含み、

前記再配置された前記相似的変形断面形状および前記法平面断面形状の連なりによって規定される新たな部品の形状を生成することを特徴とする設計データ生成方法。

**【請求項 2 3】** 請求項 2 1 に記載の設計データ生成方法において、

前記法平面断面形状上に所定の間隔で形状節点を付与する形状節点付与工程を

含み、

前記相似的変形処理において、前記形状節点は、前記法平面断面形状の移動元線に属する節点から前記移動先線の対応する点への移動ベクトルに、前記固定稜線から前記形状節点までの距離を前記移動元線に属する節点から移動先線上の対応する点までの距離で割った比を乗じた形状節点移動ベクトルにしたがって移動し、前記法平面断面形状が相似的変形することを特徴とする設計データ生成方法。

【請求項24】 請求項22に記載の設計データ生成方法において、

前記法平面断面形状上に所定の間隔で形状節点を付与する形状節点付与工程を含み、

前記相似的変形処理において、前記形状節点は、前記第1移動元線に属する節点から前記第1移動先線の対応する点への第1移動ベクトルに、前記第2移動元線から前記形状節点までの距離を前記第1移動元線に属する節点から第1移動先線上の対応する点までの距離で割った比を乗じた第1形状節点移動ベクトルにしたがって移動し、

さらに、第2移動元線に属する節点から前記第2移動先線の対応する点への第2移動ベクトルに、前記第1移動元線から前記形状節点までの距離を前記第1移動元線に属する節点から第2移動先線上の対応する点までの距離で割った比を乗じた第2形状節点移動ベクトルにしたがって移動し、

前記法平面断面形状が相似的変形することを特徴とする設計データ生成方法。

【請求項25】 請求項21から24のいずれか1項に記載の設計データ生成方法において、

前記既存の物品形状から、非変形領域を指定する非変形領域指定工程を含み、

前記相似的変形処理において、前記法平面断面形状の前記非変形領域に属する形状は変形させないことを特徴とする設計データ生成方法。

【請求項26】 請求項21から25のいずれか1項に記載の設計データ生成方法において、

前記既存の物品形状から、固定形状を指定する固定形状指定工程を備え、

前記相似的変形処理において、前記固定形状は固定されることを特徴とする設

計データ生成方法。

【請求項27】 請求項21から26のいずれか1項に記載の設計データ生成方法において、

前記移動元線上の節点から移動先線上の対応する点への前記節点および法平面断面形状の移動の割合を指定する移動割合指定工程と、

前記移動先を移動先線上の対応する点までに制限するか、制限しないかを指定する移動延長可否指示工程と、

を含み、

前記相似的変形処理および再配置処理において、

前記制限された場合、前記移動元線上の節点から移動先線上の対応する点を結ぶ線分上の前記割合に応じた点に前記節点および法平面断面形状を移動し、

前記制限されなかった場合、前記移動元線上の節点から移動先線上の対応する点を結ぶ線分の延長線上の前記割合に応じた点に前記節点および法平面断面形状を移動させることを特徴とする設計データ生成方法。

【請求項28】 請求項21から27のいずれか1項に記載の設計データ生成方法において、

前記移動元線上の節点と移動先線上の点との対応を指定する対応指定工程を含み、

前記相似的変形処理および再配置処理において、

前記節点および前記節点の法平面断面形状を前記指定に応じた点に移動させることを特徴とする設計データ生成方法。

【請求項29】 請求項28に記載の設計データ生成装置において、

前記対応は、前記節点が前記移動元線の線分を内分する内分比と等しい内分比で、前記移動先線の線分を内分する点に対応する等内分比対応を含み、

前記等内分比対応が指定された場合、

前記相似的変形処理および再配置処理において、前記移動元線上の内分比がAである節点およびその節点の法平面断面形状は、移動先線上の内分比がAである点に移動することを特徴とする設計データ生成方法。

【請求項30】 請求項28に記載の設計データ生成装置において、

前記対応は、前記節点が移動先線上の点であって、前記移動先線上の点から下ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差する点に対応する移動先線垂線対応を含み、

前記移動先線垂線対応が指定された場合、

前記相似的変形処理および再配置処理において、移動先線上の点であって前記移動先線上の点から下ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差できる点へその節点およびその節点の法平面断面形状が移動することを特徴とする設計データ生成方法。

【請求項31】 請求項28に記載の設計データ生成方法において、

前記対応は、前記節点がその節点における法平面と前記移動先線との交点に対応する移動元線垂線対応を含み、

前記移動先線垂線対応が指定された場合、

前記相似的変形処理および再配置処理において、前記節点および前記節点の法平面断面形状はその節点の法平面と前記移動先線との交点に移動することを特徴とする設計データ生成方法。

【請求項32】 請求項28に記載の設計データ生成方法において、

前記対応は、前記節点が指定された一の平面に平行な面であって、前記節点を含む面と前記移動先線が交差する点に対応する指定平面对応を含み、

前記一の平面を指示する平面指示工程を含み、

前記指定平面对応が指定された場合、

前記法平面断面形状の相似的変形処理再配置において、

前記移動元線上の節点および節点の法平面断面形状は、前記指定された一の平面に平行な面であって、前記節点を含む面が前記移動先線と交差する点に移動することを特徴とする設計データ生成方法。

【請求項33】 請求項30または32に記載の設計データ生成方法において、

前記対応指定手段において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状の対応先をさらに指定する補助対応指定工程を含み、

前記相似的変形処理および再配置処理において、

前記対応指定工程において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状を前記補助指定に応じた点に移動させることを特徴とする設計データ生成方法。

【請求項34】 請求項33に記載の設計データ生成方法において、

前記補助対応は前記節点が、前記移動先線の延長線上の点であって、その点から下ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差する点に対応する移動先線延長補助対応を含み、

前記移動先線延長補助対応が指定された場合、

前記相似的変形処理および再配置処理において、前記対応指定工程において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状を、移動先線の延長線上の点であってその点から下ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差する点に移動させることを特徴とする設計データ生成方法。

【請求項35】 請求項33に記載の設計データ生成方法において、

前記補助対応は前記節点が、前記移動先線上の最近点に対応する最近点補助対応を含み、

前記最近点補助対応が指定された場合、

前記相似的変形処理および再配置処理において、前記対応指定工程において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状を前記移動先線上の最近点に移動させることを特徴とする設計データ生成方法。

【請求項36】 請求項21から35のいずれか1項に記載の設計データ生成方法において、

前記移動元線の曲率半径の下限値を定義する下限曲率半径定義工程と、

前記移動元線上の曲率が、前記下限曲率半径より小さい節点間に、前記節点間の移動元線上をn（n：1以上の整数）分割する位置に新たな補助節点を配置する補助節点付与工程と、

を含み、

前記法平面断面形状作成工程において、前記補助節点における前記既存部品の補助法平面断面形状を作成し、

前記補助法平面断面形状にも前記相似的変形断面形状作成および再配置を行うことを特徴とする設計データ生成方法。

**【請求項37】** 請求項21から36のいずれか1項に記載の設計データ生成方法において、

前記相似的変形および再配置された断面形状が移動先線上の点において配置される面を指示する配置面指示工程を備え、

前記指示された配置面に前記相似的変形および再配置された断面形状が配置され、前記配置された断面形状の連なりによって規定される新たな部品の形状を生成することを特徴とする設計データ生成方法。

**【請求項38】** 請求項37に記載の設計データ生成方法において、

前記配置面指示は前記移動先線の法平面である移動先線法平面配置指定を含み、

前記相似的変形および再配置された断面形状を、移動先線上の点においてその法平面上に配置させることを特徴とする設計データ生成方法。

**【請求項39】** 請求項37に記載の設計データ生成方法において、

前記配置面指示は前記移動元の移動元線の法平面に平行な面である移動元線法平面指定を含み、

前記相似的変形および再配置された断面形状を、移動先線上の点において前記移動元の移動元線の法平面に平行な面に配置させることを特徴とする設計データ生成方法。

**【請求項40】** 請求項21から39のいずれか1項に記載の設計データ生成方法において、

前記移動元線を2以上に分割する移動元線分割指示を受け付ける移動元線分割指示工程を備え、

相似的変形断面形状作成および再配置工程において、前記分割された第1分割移動元線に属する法平面断面のみに相似的変形を施し、前記第1分割移動元線につながる第2分割移動元線に属する法平面断面の規定する形状の面を規定する制

御点は固定したまま、節点は部品形状の連続性を保つように移動する第1の相似的変形処理を行い、

引き続き、前記分割された第2分割移動元線に属する法平面断面のみに相似的変形を施し、前記第2分割移動元線につながる第3分割移動元線に属する法平面断面の規定する形状の面を規定する制御点は固定したまま、節点は部品形状の連続性を保つように移動する第2の相似的変形処理を行い、

以降、順次全ての移動元線に渡って同様な変形処理を行い、新たな形状の前記分割の境界は滑らかであることを特徴とする設計データ生成方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、設計データ生成装置および設計データ生成方法、特に既存の部品形状に対して形状変形処理を施すことによって物品の新たな設計データを生成する設計データ生成装置および設計データ生成方法に関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

新たな部品の設計を行う場合、CAD (Computer-Aided Design) 装置を用いて、既存の部品のデータの変形により行うことがある。例えば、図36 (a) に示すような形状の部品をその断面形状を保持したまま、元の形状の稜線を新たな稜線となる線分を入力し、元の断面形状を新たな稜線に沿って配列し、図36 (b) のように新たな形状を得る方法が用いられている。

##### 【0003】

また、LSIのレイアウトパターンを設計する場合、設計済みのレイアウトパターンの機能単位を実現する機能セルを置換し、効率的な再設計を行う方法があった（例えば特許文献1参照）。また、既存の3次元部品の形状から断面形状を抽出し、形状パターン別に分類した形状雑形に対して、押し出し・掃引・回転・切断・鏡面複写等の基本操作を行って、新しい部品の3次元形状を生成する方法があった（例えば特許文献2参照）。

##### 【0004】

**【特許文献1】**

特開平9-36238号公報

**【特許文献2】**

特開平11-45352号公報

**【0005】****【発明が解決しようとする課題】**

新たな部品形状を、既存部品の断面形状を保持したままでは構成できない形状にしたい場合もある。その場合、一端個々の断面形状に変形を行い、変形させた断面形状を再配列して、3次元形状を得る必要があった。

**【0006】**

しかしながら、個々の断面形状における変形操作から、操作者がイメージする新たな3次元形状を生成することは難しく、試行錯誤が行われていた。

**【0007】**

また、断面雛形形状を新たな3次元形状においてどのように配列するかを、操作者のイメージに沿う方法で指定する方法が無いため、既存の3次元部品形状を有効に活用できていなかった。

**【0008】**

そこで、本発明は、既存の3次元部品形状から、操作者がイメージする新たな3次元形状を効率的に生成することができる設計データ生成方法および設計データ生成装置を提供することを目的とする。

**【0009】****【課題を解決するための手段】**

本発明は上記目的を達成するため、既存の物品形状に対して形状変形処理を施すことによって物品の新たな設計データを生成する設計データ生成装置であって、前記既存部品の形状に所定の間隔で節点を付与する節点付与手段と、前記既存部品形状の稜線の一つを移動元線と定義する移動元線定義手段と、前記移動元線上の前記節点の法平面による前記既存部品の断面形状をそれぞれ作成する法平面断面形状作成手段と、前記移動元線の移動先である移動先線を指定する移動先線指定手段と、前記既存部品形状から、固定稜線を指定する固定稜線指定手段と、

前記固定稜線と交差する法平面断面形状に対しては、前記移動元線に属する節点を前記移動先線上の対応する点に移動させる相似的変形を施して再配置する相似的変形断面形状作成および再配置手段と、前記固定稜線と交差しない法平面断面形状を前記移動先線上の対応する点に再配置させる断面形状再配置手段と、を備え、前記再配置された前記相似的変形断面形状および前記法平面断面形状の連なりによって規定される新たな部品の形状を生成することを特徴とする。

#### 【0010】

この構成によれば、既存部品形状の法平面断面形状の相似的変形を伴った新たな部品形状の設計を効率的に行うことができる。

#### 【0011】

また、既存の物品形状に対して形状変形処理を施すことによって物品の新たな設計データを生成する設計データ生成装置であって、前記既存部品の形状に所定の間隔で節点を付与する節点付与手段と、前記既存部品形状の稜線の1つを第1移動元線と指定し、前記第1移動元線以外の稜線の1つを第2移動元線と定義する移動元線定義手段と、前記第1移動元線上の前記節点の法平面による前記既存部品の断面形状をそれぞれ作成する法平面断面形状作成手段と、前記第1移動元線の移動先である第1移動先線を指定し、前記第2移動元線の移動先である第2移動先線を指定する移動先線指定手段と、前記第2移動元線と交差する法平面断面形状に対しては、前記第1移動元線に属する節点を前記第1移動先線上の対応する点に移動させ、前記第2移動元線上の節点を前記第2移動先線上の対応する点に移動させる相似的変形を施して再配置する相似的変形断面形状作成および再配置手段と、前記第2移動元線と交差しない法平面断面形状を前記第1移動先線上の対応する点に再配置させる断面形状再配置手段と、を備え、前記再配置された前記相似的変形断面形状および前記法平面断面形状の連なりによって規定される新たな部品の形状を生成することを特徴とする。

#### 【0012】

この構成によれば、既存部品形状の2つの稜線を移動させる法平面断面形状の相似的変形を伴った新たな部品形状を効率的に行うことができる。

#### 【0013】

さらに、前記法平面断面形状上に所定の間隔で形状節点を付与する形状節点付与手段を備え、前記相似的変形処理において、前記形状節点は、前記法平面断面形状の移動元線に属する節点から前記移動先線の対応する点への移動ベクトルに、前記固定稜線から前記形状節点までの距離を前記移動元線に属する節点から移動先線上的対応する点までの距離で割った比を乗じた形状節点移動ベクトルにしたがって移動し、前記法平面断面形状が相似的変形することを特徴とする。

#### 【0014】

この構成によれば、既存部品形状に曲面を備える場合でも、その曲面の相似的変形を行った新たな部品形状の設計を効率的に行うことができる。

#### 【0015】

また、既存部品形状の2つの稜線を移動させる場合に、前記法平面断面形状上に所定の間隔で形状節点を付与する形状節点付与手段を備え、前記相似的変形処理において、前記形状節点は、前記第1移動元線に属する節点から前記第1移動先線の対応する点への第1移動ベクトルに、前記第2移動元線から前記形状節点までの距離を前記第1移動元線に属する節点から第1移動先線上的対応する点までの距離で割った比を乗じた第1形状節点移動ベクトルにしたがって移動し、さらに、第2移動元線に属する節点から前記第2移動先線の対応する点への第2移動ベクトルに、前記第1移動元線から前記形状節点までの距離を前記第1移動元線に属する節点から第2移動先線上の対応する点までの距離で割った比を乗じた第2形状節点移動ベクトルにしたがって移動し、前記法平面断面形状が相似的変形することを特徴とする。

#### 【0016】

この構成によれば、既存部品形状の2つの稜線を移動させる場合に、既存部品形状の曲面の相似的変形を行った新たな部品形状を設計を効率的に行うことができる。

#### 【0017】

また、前記既存の物品形状から、非変形領域を指定する非変形領域指定手段を備え、前記相似的変形処理において、前記法平面断面形状の前記非変形領域に属する形状は変形させないことを特徴とする。

**【0018】**

この構成によれば、指定された非変形領域の形状を保存する相似的変形を行うことができ、既存部品形状に基づいて操作者がイメージする新たな3次元形状の設計を効率的に行うことができる。

**【0019】**

また、前記既存の物品形状から、固定形状を指定する固定形状指定手段を備え

前記相似的変形処理において、前記固定形状は固定されることを特徴とする。

**【0020】**

この構成によれば、指定された固定領域の形状を固定する相似的変形を行うことができ、既存部品形状に基づいて操作者がイメージする新たな3次元形状の設計を効率的に行うことができる。

**【0021】**

また、前記移動元線上の節点から移動先線上の対応する点への前記節点および法平面断面形状の移動の割合を指定する移動割合指定手段と、前記移動先を移動先線上の対応する点までに制限するか、制限しないかを指定する移動延長可否指示手段と、を備え、前記相似的変形処理および再配置処理において、前記制限された場合、前記移動元線上の節点から移動先線上の対応する点を結ぶ線分上の前記割合に応じた点に前記節点および法平面断面形状を移動し、前記制限されなかった場合、前記移動元線上の節点から移動先線上の対応する点を結ぶ線分の延長線上の前記割合に応じた点に前記節点および法平面断面形状を移動させることを特徴とする。

**【0022】**

この構成によれば、操作者は表示画面で相似的変形形状を見ながら、所望の段階で変形処理を中止、延長でき、新たな3次元形状の設計を効率的に行うことができる。

**【0023】**

また、前記移動元線上の節点と移動先線上の点との対応を指定する対応指定手段を備え、前記相似的変形処理および再配置処理において、前記節点および前記

節点の法平面断面形状を前記指定に応じた点に移動させることを特徴とする。

#### 【0024】

前記対応は、前記節点が前記移動元線の線分を内分する内分比と等しい内分比で、前記移動先線の線分を内分する点に対応する等内分比対応を含み、前記等内分比対応が指定された場合、前記相似的変形処理および再配置処理において、前記移動元線上の内分比がAである節点およびその節点の法平面断面形状は、移動先線上の内分比がAである点に移動することを特徴とする。

#### 【0025】

前記対応は、前記節点が移動先線上の点であって、前記移動先線上の点から下ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差する点に対応する移動先線垂線対応を含み、前記移動先線垂線対応が指定された場合、前記相似的変形処理および再配置処理において、移動先線上の点であって前記移動先線上の点から下ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差できる点へその節点およびその節点の法平面断面形状が移動することを特徴とする。

#### 【0026】

前記対応は、前記節点がその節点における法平面と前記移動先線との交点に対応する移動元線垂線対応を含み、前記移動先線垂線対応が指定された場合、

前記相似的変形処理および再配置処理において、前記節点および前記節点の法平面断面形状はその節点の法平面と前記移動先線との交点に移動することを特徴とする。

#### 【0027】

前記対応は、前記節点が指定された一の平面に平行な面であって、前記節点を含む面と前記移動先線が交差する点に対応する指定平面对応を含み、前記一の平面を指示する平面指示手段を備え、前記指定平面对応が指定された場合、

前記法平面断面形状の相似的変形処理再配置において、前記移動元線上の節点および節点の法平面断面形状は、前記指定された一の平面に平行な面であって、前記節点を含む面が前記移動先線と交差する点に移動することを特徴とする。

#### 【0028】

これらの構成によれば、既存部品の法平面断面形状を種々の対応方法により有

効に活用した新たな部品形状の効率的な設計ができる。

#### 【0029】

さらに、前記対応指定手段において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状の対応先をさらに指定する補助対応指定手段を備え、前記相似的変形処理および再配置処理において、前記対応指定手段において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状を前記補助指定に応じた点に移動させることを特徴とする。

#### 【0030】

前記補助対応は前記節点が、前記移動先線の延長線上の点であって、その点から下ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差する点に対応する移動先線延長補助対応を含み、前記移動先線延長補助対応が指定された場合、前記相似的変形処理および再配置処理において、前記対応指定手段において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状を、移動先線の延長線上の点であってその点から下ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差する点に移動させることを特徴とする。

#### 【0031】

前記補助対応は前記節点が、前記移動先線上の最近点に対応する最近点補助対応を含み、前記最近点補助対応が指定された場合、前記相似的変形処理および再配置処理において、前記対応指定手段において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状を前記移動先線上の最近点に移動させることを特徴とする。

#### 【0032】

これらの構成によれば、操作者の定義した移動元線と指定した移動先線がどのような様態であっても、有効な相似的変形処理を行うことができ、効率的な設計ができる。

#### 【0033】

また、前記移動元線の曲率半径の下限値を定義する下限曲率半径定義手段と、前記移動元線上の曲率が、前記下限曲率半径より小さい節点間に、前記節点間

の移動元線上を  $n$  ( $n$  : 1 以上の整数) 分割する位置に新たな補助節点を配置する補助節点付与手段と、を備え、前記法平面断面形状作成手段において、前記補助節点における前記既存部品の補助法平面断面形状を作成し、前記補助法平面断面形状にも前記相似的変形断面形状作成および再配置を行うことを特徴とする。

#### 【0034】

この構成によれば、既存部品形状における移動元線の曲率半径が小さい形状であっても、相似的変形処理後の新たな部品形状の外形線を操作者の指定した移動先線に合わせることができ、操作者の意図した新たな部品形状を効率的に行うことができる。

#### 【0035】

前記相似的変形および再配置された断面形状が移動先線上の点において配置される面を指示する配置面指示手段を備え、前記指示された配置面に前記相似的変形および再配置された断面形状が配置され、前記配置された断面形状の連なりによって規定される新たな部品の形状を生成することを特徴とする。

#### 【0036】

前記配置面指示は前記移動先線の法平面である移動先線法平面配置指定を含み、前記相似的変形および再配置された断面形状を、移動先線上の点においてその法平面上に配置させることを特徴とする。

#### 【0037】

前記配置面指示は前記移動元の移動元線の法平面に平行な面である移動元線法平面指定を含み、前記相似的変形および再配置された断面形状を、移動先線上の点において前記移動元の移動元線の法平面に平行な面に配置させることを特徴とする。

#### 【0038】

これらの構成によれば、既存部品の法平面断面形状を再配置先の点でどの面での形状とするかを指定でき、既存部品を有効に活用した新たな部品形状の効率的な設計ができる。

#### 【0039】

前記移動元線を2以上に分割する移動元線分割指示を受け付ける移動元線分割指示手段を備え、相似的変形断面形状作成および再配置手段において、前記分割された第1分割移動元線に属する法平面断面のみに相似的変形を施し、前記第1分割移動元線につながる第2分割移動元線に属する法平面断面の規定する形状の面を規定する制御点は固定したまま、節点は部品形状の連続性を保つように移動する第1の相似的変形処理を行い、引き続き、前記分割された第2分割移動元線に属する法平面断面のみに相似的変形を施し、前記第2分割移動元線につながる第3分割移動元線に属する法平面断面の規定する形状の面を規定する制御点は固定したまま、節点は部品形状の連続性を保つように移動する第2の相似的変形処理を行い、以降、順次全ての移動元線に渡って同様な変形処理を行い、新たな形状の前記分割の境界は滑らかであることを特徴とする。

#### 【0040】

この構成によれば、大きなデータ量をもつ複雑な部品形状を、領域ごとに分けて変形処理を行うに際し、その境界を滑らかに接続することができる。

#### 【0041】

また、本発明は上記目的を達成するため、既存の物品形状に対して形状変形処理を施すことによって物品の新たな設計データを生成する設計データ生成方法であって、前記既存部品の形状に所定の間隔で節点を付与する節点付与工程と、前記既存部品形状の稜線の一つを移動元線と定義する移動元線定義工程と、前記移動元線上の前記節点の法平面による前記既存部品の断面形状をそれぞれ作成する法平面断面形状作成工程と、前記移動元線の移動先である移動先線を指定する移動先線指定工程と、前記既存部品形状から、固定稜線を指定する固定稜線指定工程と、前記固定稜線と交差する法平面断面形状に対しては、前記移動元線に属する節点を前記移動先線上の対応する点に移動させる相似的変形を施して再配置する相似的変形断面形状作成および再配置工程と、前記固定稜線と交差しない法平面断面形状を前記移動先線上の対応する点に再配置させる断面形状再配置工程と、を含み、前記再配置された前記相似的変形断面形状および前記法平面断面形状の連なりによって規定される新たな部品の形状を生成することを特徴とする。

#### 【0042】

この構成によれば、既存部品形状の法平面断面形状の相似的変形を伴った新たな部品形状の設計を効率的に行うことができる。

#### 【0043】

また、既存の物品形状に対して形状変形処理を施すことによって物品の新たな設計データを生成する設計データ生成方法であって、前記既存部品の形状に所定の間隔で節点を付与する節点付与工程と、前記既存部品形状の稜線の1つを第1移動元線と指定し、前記第1移動元線以外の稜線の1つを第2移動元線と定義する移動元線定義工程と、前記第1移動元線上の前記節点の法平面による前記既存部品の断面形状をそれぞれ作成する法平面断面形状作成工程と、前記第1移動元線の移動先である第1移動先線を指定し、前記第2移動元線の移動先である第2移動先線を指定する移動先線指定工程と、前記第2移動元線と交差する法平面断面形状に対しては、前記第1移動元線に属する節点を前記第1移動先線上の対応する点に移動させ、前記第2移動元線上の節点を前記第2移動先線上の対応する点に移動させる相似的変形を施して再配置する相似的変形断面形状作成および再配置工程と、前記第2移動元線と交差しない法平面断面形状を前記第1移動先線上の対応する点に再配置させる断面形状再配置工程と、を含み、前記再配置された前記相似的変形断面形状および前記法平面断面形状の連なりによって規定される新たな部品の形状を生成することを特徴とする。

#### 【0044】

この構成によれば、既存部品形状の2つの稜線を移動させる法平面断面形状の相似的変形を伴った新たな部品形状を効率的に行うことができる。

#### 【0045】

さらに、前記法平面断面形状上に所定の間隔で形状節点を付与する形状節点付与工程を含み、前記相似的変形処理において、前記形状節点は、前記法平面断面形状の移動元線に属する節点から前記移動先線の対応する点への移動ベクトルに、前記固定稜線から前記形状節点までの距離を前記移動元線に属する節点から移動先線上の対応する点までの距離で割った比を乗じた形状節点移動ベクトルにしたがって移動し、前記法平面断面形状が相似的変形することを特徴とする。

#### 【0046】

この構成によれば、既存部品形状に曲面を備える場合でも、その曲面の相似的変形を行った新たな部品形状の設計を効率的に行うことができる。

#### 【0047】

また、前記法平面断面形状上に所定の間隔で形状節点を付与する形状節点付与工程を含み、前記相似的変形処理において、前記形状節点は、前記第1移動元線に属する節点から前記第1移動先線の対応する点への第1移動ベクトルに、前記第2移動元線から前記形状節点までの距離を前記第1移動元線に属する節点から第1移動先線上の対応する点までの距離で割った比を乗じた第1形状節点移動ベクトルにしたがって移動し、さらに、第2移動元線に属する節点から前記第2移動先線の対応する点への第2移動ベクトルに、前記第1移動元線から前記形状節点までの距離を前記第1移動元線に属する節点から第2移動先線上の対応する点までの距離で割った比を乗じた第2形状節点移動ベクトルにしたがって移動し、前記法平面断面形状が相似的変形することを特徴とする。

#### 【0048】

この構成によれば、既存部品形状の2つの稜線を移動させる場合に、既存部品形状の曲面の相似的変形を行った新たな部品形状を設計を効率的に行うことができる。

#### 【0049】

前記既存の物品形状から、非変形領域を指定する非変形領域指定工程を含み、前記相似的変形処理において、前記法平面断面形状の前記非変形領域に属する形状は変形させないことを特徴とする。

#### 【0050】

この構成によれば、指定された非変形領域の形状を保存する相似的変形を行うことができ、既存部品形状に基づいて操作者がイメージする新たな3次元形状の設計を効率的に行うことができる。

#### 【0051】

前記既存の物品形状から、固定形状を指定する固定形状指定工程を備え、前記相似的変形処理において、前記固定形状は固定されることを特徴とする。

#### 【0052】

この構成によれば、指定された固定領域の形状を固定する相似的変形を行うことができ、既存部品形状に基づいて操作者がイメージする新たな3次元形状の設計を効率的に行うことができる。

#### 【0053】

前記移動元線上の節点から移動先線上の対応する点への前記節点および法平面断面形状の移動の割合を指定する移動割合指定工程と、前記移動先を移動先線上の対応する点までに制限するか、制限しないかを指定する移動延長可否指示工程と、を含み、前記相似的変形処理および再配置処理において、前記制限された場合、前記移動元線上の節点から移動先線上の対応する点を結ぶ線分上の前記割合に応じた点に前記節点および法平面断面形状を移動し、前記制限されなかった場合、前記移動元線上の節点から移動先線上の対応する点を結ぶ線分の延長線上の前記割合に応じた点に前記節点および法平面断面形状を移動させることを特徴とする。

#### 【0054】

この構成によれば、操作者は表示画面で相似的変形形状を見ながら、所望の段階で変形処理を中止、延長でき、新たな3次元形状の設計を効率的に行うことができる。

#### 【0055】

前記移動元線上の節点と移動先線上の点との対応を指定する対応指定工程を含み、前記相似的変形処理および再配置処理において、前記節点および前記節点の法平面断面形状を前記指定に応じた点に移動させることを特徴とする。

#### 【0056】

前記対応は、前記節点が前記移動元線の線分を内分する内分比と等しい内分比で、前記移動先線の線分を内分する点に対応する等内分比対応を含み、前記等内分比対応が指定された場合、前記相似的変形処理および再配置処理において、前記移動元線上の内分比がAである節点およびその節点の法平面断面形状は、移動先線上の内分比がAである点に移動することを特徴とする。

#### 【0057】

前記対応は、前記節点が移動先線上の点であって、前記移動先線上の点から下

ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差する点に対応する移動先線垂線対応を含み、前記移動先線垂線対応が指定された場合、前記相似的変形処理および再配置処理において、移動先線上の点であって前記移動先線上の点から下ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差できる点へその節点およびその節点の法平面断面形状が移動することを特徴とする。

#### 【0058】

前記対応は、前記節点がその節点における法平面と前記移動先線との交点に対応する移動元線垂線対応を含み、前記移動先線垂線対応が指定された場合、前記相似的変形処理および再配置処理において、前記節点および前記節点の法平面断面形状はその節点の法平面と前記移動先線との交点に移動することを特徴とする。

#### 【0059】

前記対応は、前記節点が指定された一の平面に平行な面であって、前記節点を含む面と前記移動先線が交差する点に対応する指定平面对応を含み、前記一の平面を指示する平面指示工程を含み、前記指定平面对応が指定された場合、前記法平面断面形状の相似的変形処理再配置において、前記移動元線上の節点および節点の法平面断面形状は、前記指定された一の平面に平行な面であって、前記節点を含む面が前記移動先線と交差する点に移動することを特徴とする。

#### 【0060】

これらの構成によれば、既存部品の法平面断面形状を種々の対応方法により有効に活用した新たな部品形状の効率的な設計ができる。

#### 【0061】

さらに、前記対応指定手段において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状の対応先をさらに指定する補助対応指定工程を含み、前記相似的変形処理および再配置処理において、前記対応指定工程において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状を前記補助指定に応じた点に移動させることを特徴とする。

#### 【0062】

これらの構成によれば、既存部品の法平面断面形状を種々の対応方法により有効に活用した新たな部品形状の効率的な設計ができる。

#### 【0063】

前記補助対応は前記節点が、前記移動先線の延長線上の点であって、その点から下ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差する点に対応する移動先線延長補助対応を含み、前記移動先線延長補助対応が指定された場合、前記相似的変形処理および再配置処理において、前記対応指定工程において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状を、移動先線の延長線上の点であってその点から下ろした垂線が前記移動元線の前記節点と交差する点に移動させることを特徴とする。

#### 【0064】

前記補助対応は前記節点が、前記移動先線上の最近点に対応する最近点補助対応を含み、前記最近点補助対応が指定された場合、前記相似的変形処理および再配置処理において、前記対応指定工程において指定された対応では、前記移動先線上に対応する点が無い前記節点および前記節点の法平面断面形状を前記移動先線上の最近点に移動させることを特徴とする。

#### 【0065】

これらの構成によれば、操作者の定義した移動元線と指定した移動先線がどのような様態であっても、有効な相似的変形処理を行うことができ、効率的な設計ができる。

#### 【0066】

前記移動元線の曲率半径の下限値を定義する下限曲率半径定義工程と、前記移動元線上の曲率が、前記下限曲率半径より小さい節点間に、前記節点間の移動元線上を  $n$  ( $n$  : 1 以上の整数) 分割する位置に新たな補助節点を配置する補助節点付与工程と、を含み、前記法平面断面形状作成工程において、前記補助節点における前記既存部品の補助法平面断面形状を作成し、前記補助法平面断面形状にも前記相似的変形断面形状作成および再配置を行うことを特徴とする。

#### 【0067】

この構成によれば、既存部品形状における移動元線の曲率半径が小さい形状で

あっても、相似的変形処理後の新たな部品形状の外形線を操作者の指定した移動先線に合わせることができ、操作者の意図した新たな部品形状を効率的に行うことができる。

#### 【0068】

さらに、前記相似的変形および再配置された断面形状が移動先線上の点において配置される面を指示する配置面指示工程を備え、前記指示された配置面に前記相似的変形および再配置された断面形状が配置され、前記配置された断面形状の連なりによって規定される新たな部品の形状を生成することを特徴とする。

#### 【0069】

前記配置面指示は前記移動先線の法平面である移動先線法平面配置指定を含み

前記相似的変形および再配置された断面形状を、移動先線上の点においてその法平面上に配置させることを特徴とする。

#### 【0070】

前記配置面指示は前記移動元の移動元線の法平面に平行な面である移動元線法平面指定を含み、前記相似的変形および再配置された断面形状を、移動先線上の点において前記移動元の移動元線の法平面に平行な面に配置させることを特徴とする。

#### 【0071】

これらの構成によれば、既存部品の法平面断面形状を再配置先の点でどの面での形状とするかを指定でき、既存部品を有効に活用した新たな部品形状の効率的な設計ができる。

#### 【0072】

前記移動元線を2以上に分割する移動元線分割指示を受け付ける移動元線分割指示工程を備え、相似的変形断面形状作成および再配置工程において、前記分割された第1分割移動元線に属する法平面断面のみに相似的変形を施し、前記第1分割移動元線につながる第2分割移動元線に属する法平面断面の規定する形状の面を規定する制御点は固定したまま、節点は部品形状の連続性を保つように移動する第1の相似的変形処理を行い、引き続き、前記分割された第2分割移動元線

に属する法平面断面のみに相似的変形を施し、前記第2分割移動元線につながる第3分割移動元線に属する法平面断面の規定する形状の面を規定する制御点は固定したまま、節点は部品形状の連続性を保つように移動する第2の相似的変形処理を行い、以降、順次全ての移動元線に渡って同様な変形処理を行い、新たな形状の前記分割の境界は滑らかであることを特徴とする。

#### 【0073】

この構成によれば、大きなデータ量をもつ複雑な部品形状を、領域ごとに分けて変形処理を行うに際し、その境界を滑らかに接続することができる。

#### 【0074】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態（以下実施形態という）を、図面に従って説明する。

#### 【0075】

実施形態1.

図1は本発明の実施形態1の設計データ生成装置の機能ブロック構成図である。本設計データ生成装置1は、既に作成された物品の設計データに対して形状変形処理を施すことによって物品の新たな設計データを生成する設計データ生成装置であって、計算機2、画像表示装置4およびキーボードやマウスなどの入力装置で構成される。ハードディスクなどで構成される設計データ記憶装置6から既存の部品の設計データを読み出し、操作者はC R Tなどの画像表示装置4で視覚的に確認しながら、既存部品形状に節点を付与する節点付与手段8、既存部品形状の稜線を移動元線を定義する移動元線定義手段10、移動元線の移動先である移動先線を指定する移動先線指定手段12、移動元線上の各節点の法平面による既存部品の断面形状をそれぞれ作成する法平面断面形状作成手段14を操作して新しい部品の形状の設計を行う。

#### 【0076】

本実施形態において特徴的なことは、既存部品形状から、固定稜線を指定する固定稜線指定手段16と、固定稜線と交差する法平面断面形状に対して、移動元線に属する節点を移動先線上の対応する点に移動させて相似的変形を施し、再配

置する相似的変形断面形状作成および再配置手段18と、移動元線と交差しない法平面断面形状を移動先線上の対応する点に再配置させる断面形状再配置手段20とを備えることである。以上の構成のより、既存の部品形状から、その断面形状の変形を伴った新たな部品形状の設計を効率的に行うことができる。本設計データ生成装置1は、印刷装置やネットワークとの通信手段を備えていることも望ましい。

#### 【0077】

図2は本発明の設計データ生成装置におけるデータ生成フローを示す図である。

#### 【0078】

まず、設計データ記憶装置6に記憶されている既存の部品の設計データを読み出し、節点付与手段8により、既存部品の形状上に所定の間隔で節点を付与し(S10)、移動元線定義手段10において、既存部品形状の稜線の1つを移動元線と定義する(S12)。次に移動先線指定手段12において、移動元線の移動先である移動先線を指定指定し(S14)、法平面断面形状作成手段14において、移動元線上の各節点の法平面による既存部品の断面形状をそれぞれ作成する(S16)。

#### 【0079】

次に、本実施形態における特徴である、固定稜線指定手段16において、既存部品形状から、固定稜線を指定(S16)する。次に、相似的変形断面形状作成および再配置手段18において、前記各法平面断面形状が移動元線と交差するかの判定を行い(S20)、移動元線と交差する法平面断面形状に対しては、移動元線に属する節点を移動先線上の対応する点に移動させる相似的変形を施して再配置し(S22)、移動元線と交差しない法平面断面形状は断面形状再配置手段20において、移動先線上の対応する点に再配置させ(S24)、前記再配置された前記相似的変形断面形状および前記法平面断面形状の連なりによって規定される新たな部品の形状を生成する(S26)。なお、相似的変形および再配置処理前の定義工程および指定工程の順序はここに記載のものでなくとも構わない。

#### 【0080】

また、既存部品形状のうち、移動元線の法平面と交差しない領域がある場合、法平面断面形状の作成工程 S 1 6において、定義された移動元線を延長して、既存形状の全ての領域の法平面断面形状が作成されるようにすることが好ましい。

#### 【0081】

ここで、図形の一例を用いて、本発明の実施形態1の設計データ生成装置における具体的な変形処理について説明する。図3 (a) に既存の部品形状100を示す。この形状は設計データ記憶装置6に予め収められていたデータを読み出したものであってもよいし、計算機2に備えられた通信手段によりネットワーク等から受信したものであってもよい。まず、この既存の部品形状100上に節点付与手段8により、節点を付与する。

#### 【0082】

次に、部品形状100の稜線の1つを、キーボード、マウス等の入力装置で構成された移動元線定義手段10により、移動元線110と定義する。ここで、前記付与された節点のうち、移動元線上の節点のみをa0, a1, a2, a3, a4と示す。

#### 【0083】

さらに、キーボード、マウス等の入力装置で構成された移動先線指定手段12により、移動元線110の移動先である移動先線112を指定する。

#### 【0084】

次に、法平面断面形状作成手段14において、移動元線110上の各節点a0, a1, a2, a3, a4における法平面によるこの既存の部品形状100の断面形状をそれぞれ作成する。作成された法平面断面形状は、各節点に対応してA0, A1, A2, A3, A4と示す。

#### 【0085】

次に、キーボード、マウス等の入力装置で構成された固定稜線指定手段16により、前記形状100の稜線のうち、前記移動元線110以外の稜線で、変形処理が施された新たに形状においても固定したい稜線を固定稜線114と指定する。

#### 【0086】

以上の定義および指定に基づいて、相似的変形断面形状作成および再配置手段18により、法平面断面形状A0, A1, A2, A3, A4に相似的変形処理および再配置処理を行う。相似的変形処理および再配置処理を施した新たな部品形状101を図3 (b) に示す。

#### 【0087】

固定稜線114と交差する法平面断面形状A0 (A1) に対しては、固定稜線114に属する点は固定したまま、移動元線に属する節点a0 (a1) を移動先線上の対応する点b0 (b1) に移動することによる相似的変形が施される。

#### 【0088】

一方、固定稜線114と交差しない法平面断面形状A2 (A3, A4) は、移動元線110上の節点a2 (a3, a4) の移動先線112上対応する点b2 (b3, b4) への移動に伴ってそれぞれ移動し再配置される。

#### 【0089】

以上の相似的変形処理および再配置処理が施された形状B0, B1, B2, B3, B4の連なりによって規定される形状が新たな部品の形状となる。

#### 【0090】

上記具体例で用いた形状100は直線のみから構成されるものであったが、既存部品形状に曲面を含む場合の相似的変形について以下に説明する。

#### 【0091】

既存部品形状に曲面を含む場合、すなわち、法平面断面形状に曲線を有する場合、前記法平面断面形状作成手段14は、作成された各法平面断面形状上に所定の間隔で形状節点を付与する。次に、相似的変形断面形状作成および再配置手段18において各形状節点は、移動元線に属する節点から移動先線の対応する点への移動ベクトルに、前記固定稜線から前記形状節点までの距離を前記移動元線に属する節点から移動先線上の対応する点までの距離で割った比を乗じた形状節点移動ベクトルにしたがって移動することによって相似的変形を実現する。

#### 【0092】

この相似的変形を、図4 (a) に示すような法平面断面形状の一例を用いて具体的に説明する。法平面断面形状120において、移動元線に属する節点を12

2、移動先線上の対応する点を124、固定稜線に属する点を126、固定稜線に属する点126から移動元線に属する節点122までの距離をL0とする。

#### 【0093】

まず、法平面断面形状作成手段14において、法平面断面形状120上に所定の間隔で形状節点c1, c2, c3, c4, c5を付与する。

#### 【0094】

ここで、簡単のためc3のみに着目する。固定稜線に属する点126からc3までの距離はL3である。相似的変形処理工程S22においてc3は、移動元線に属する節点122から移動先線上の対応する点124へ向かう移動ベクトルvに、 $L3/L0$ を乗じた形状節点移動ベクトルv<sub>c3</sub> (=移動ベクトルv × L3/L0) にしたがって点d3移動する。

#### 【0095】

各形状節点に同様な移動を施すことにより、曲面を有した部品形状の相似的変形を行うことができる。

#### 【0096】

本実施形態1において、移動元線上の各節点における法平面断面形状が、移動先線上のどこの点に対応して相似的変形および再配置するかは、下記の4種類の対応が考えられる。

#### 【0097】

1. 節点が移動元線の線分を内分する内分比が、移動先線の線分上で等しい内分比となる点に対応する等内分比対応。

#### 【0098】

2. 節点が移動先線上の点から下ろした垂線が移動元線の節点と交差する点に対応させる移動先線垂線対応。

#### 【0099】

3. 節点が移動元線上の節点から下ろした垂線と移動先線上との交点に対応する移動元線垂線対応。

#### 【0100】

4. 節点が操作者から指定された指定面に平行な面であって、節点を含む面と

移動先線との交点に対応させる指定面平行対応。

#### 【0101】

実施形態1の設計データ生成装置1は、相似的変形処理および再配置処理において、この4種類のうちどの対応とするかを、操作者から指定を受け付ける対応指定手段15を備えることが好ましい。図5に対応指定手段15を備えた設計データ生成装置の機能ブロック構成図を示す。対応指定手段15は上記の4種類の対応全てから選択できるようにしてもよいし、そのなかから設計方法に適したいくつかの対応のみから選択されるようにしてもよい。

#### 【0102】

1の等内分比対応を図を用いて説明する。図6に移動元線と移動先線とを示す。移動元線上の節点p1は、移動元線の線分を1:4に内分する点である。この節点p1ないしこの節点p1の法平面断面形状は、移動先線の線分を1:4に内分する点q1に移動し、相似的変形ないし再配置する。

#### 【0103】

2の移動先線垂線対応を図を用いて説明する。図7に移動元線と移動先線を示す。移動元線上の節点は、移動先線上の点から下ろした垂線が移動元線の節点と交差する点に対応する。したがって、移動元線上の節点p1, p2, p3, p4はそれぞれ、移動先線上のq1, q2, q3, q4に対応する。

#### 【0104】

3の移動元線垂線対応を図を用いて説明する。図8に移動元線と移動先線を示す。移動元線上の節点p1はそこから下ろした垂線が移動先線と交差する点q1に対応する。

#### 【0105】

4の指定面平行対応を図を用いて説明する。図9に移動元線と移動先線と操作者によって指定された指定面Sを示す。移動元線上の節点p1は指定面Sに平行な面であって、p1を含む面S' と移動先線とが交差する点q1に対応する。

#### 【0106】

以上説明した1から4の対応方法では対応をとることができない場合がある。この場合、上記の1から4の対応方法の次にさらにでは対応をとることができな

い移動元線上の各節点における法平面断面形状を、移動先線上のどこの点に対応させて相似的変形および再配置するかについて、決める補助的な対応方法が下記の2つある。

#### 【0107】

A. 移動先線を延長させて対応点を作る移動先線延長対応。

#### 【0108】

B. 移動先線上の最も近い点に対応させる最近点対応。

#### 【0109】

実施形態1の設計データ生成装置1は、相似的変形処理および再配置処理において、この2種類のうちどちらの補助対応とするかを、操作者から指定を受け付ける補助対応指定手段17を備えることが好ましい。図10に補助対応指定手段17を備えた設計データ生成装置1の機能ブロック構成図を示す。補助対応指定手段17は上記の2種類の対応から選択できるようにしてもよいし、どちらかの補助対応のみを選択されるようにしてもよい。

#### 【0110】

Aの移動先線延長対応を図を用いて説明する。図11に移動元線と移動先線を示す。原則の対応は、2の移動先垂線対応であるとする。したがって、移動元線上の節点p1, p2, p3, p4はそれぞれ、移動先線上のq1, q2, q3, q4に対応する。しかし、節点p5は移動先線から下ろした垂線と交差する点が移動先線上に存在しないため、原則の対応では対応する点が無い。この場合、図11に点線で示すように、移動先線を延長し、そこから下ろした垂線と交差する点q5に対応させることになる。

#### 【0111】

Bの最近点対応を図を用いて説明する。図12に移動元線上的節点p1と移動先線を示す。原則の対応は、2の移動先垂線対応であるとする。しかし、節点p1は移動先線から下ろした垂線と交差する点が移動先線上に存在しないため、原則の対応では対応する点が無い。この場合、図12に示すように、移動先線上の最も近い点q1に対応させる。

#### 【0112】

以上の補助対応を指定することにより、既存部品の断面形状は全て新たな形状の設計に有効に用いることができる。

#### 【0113】

さらに、実施形態1の設計データ生成装置1には、予め操作者によって指定された移動先線に向かう移動元線に属する節点の移動による相似的変形(S22)および法平面断面形状の再配置(S24)において、その変形および再配置の経路の途中を中断もしくは終了させるための相似的変形処理および再配置処理の移動の割合を入力する移動割合指定手段11を備えることが好ましい。

#### 【0114】

図13に移動割合指定手段11を備えた設計データ生成装置1の機能ブロック構成図を示す。移動割合指定手段11は例えばキーボード、マウス等のポイントティング装置にから構成されることが望ましい。

#### 【0115】

この移動割合指定手段11を備える設計データ生成装置1によれば、操作者は変形処理の過程を画像表示装置4上で確認しながら、予め指定された移動先線への変形および再配置の移動の途中での形状が、操作者の意図により好ましい形状であった場合にそこで変形を中断ないし終了することができる。ポイントティング装置の動きの速度に応じて、画像表示装置4上の変形の速度を変化させることも好ましい。

#### 【0116】

さらに、実施形態1の設計データ生成装置1には、前記移動割合の指定において、移動元線に属する節点の移動による相似的変形(S22)および法平面断面形状の再配置(S24)において、節点と対応する移動先線上の点を結ぶ直線を延長した線上の点への移動を許容するか否かを予め指示する移動延長可否指示手段13を備えることも好ましい。

#### 【0117】

図14に移動延長可否指示手段13を備えた設計データ生成装置1の機能ブロック構成図を示す。

#### 【0118】

移動延長可否指示手段13において、移動延長の許容を受け付けた場合、移動元線上の節点ないし法平面断面形状は、移動割合指定手段11に入力された割合の指定に応じて、節点と対応する移動先線上の点を結ぶ直線を延長した線上の点へ移動させることができる。

#### 【0119】

この移動延長可否指示手段13を備える設計データ生成装置1によれば、操作者は変形処理の過程を画像表示装置4上で確認しながら、予め指定された移動先線へを超えて延長させた点への移動させた場合の形状が、操作者の意図により好ましい形状であった場合にそこまで移動させる変形を行うことができ、効率的な設計を行うことができる。

#### 【0120】

実施形態2.

実施形態2は実施形態1の構成に加え、非変形領域指定手段を備えたものである。

#### 【0121】

図15は本発明の実施形態2の設計データ生成装置の機能ブロック構成図である。実施形態2の設計データ生成装置には、既存の部品形状から非変形領域を指定する非変形領域指定手段22が備えられている。

#### 【0122】

図16は実施形態2の設計データ生成装置におけるデータ生成フローを示す図である。実施形態1のフローに非変形領域を指定する工程S15が付加される。このS15の工程順は相似的変形処理工程S22および再配置処理S24の前であれば、ここに記載のものでなくともよい。

#### 【0123】

ここで、図形の一例を用いて、本発明の実施形態2の設計データ生成装置における具体的な変形処理について説明する。図17(a)に既存の部品形状102を示す。まず、この形状上に節点付与手段8により、節点を付与する(S10)。次に稜線の1つを、移動元線定義手段10により、移動元線110と定義する(S12)。ここでは、前記付与された節点のうち、移動元線上の節点のみをa

0, a1, a2, a3, a4と示す。さらに、移動先線指定手段12により、移動元線110の移動先である移動先線112を指定する(S14)。次に、非変形領域指定手段22により、既存部品形状から、非変形領域を指定する(S15)。ここでは、図17(a)に斜線ハッチングで示す2面を非変形領域130とする。法平面断面形状作成手段14において、移動元線上の各節点の法平面による既存部品の断面形状をそれぞれ作成する(S16)。作成された法平面断面形状は、各節点に対応してA0, A1, A2, A3, A4で示す。

#### 【0124】

次に、固定稜線指定手段16により、前記形状の稜線のうち、前記移動元線以外の稜線で、新たに生成する形状においても固定したい稜線を固定稜線114と指定する(S18)。

#### 【0125】

以上の設定により、各法平面断面形状において、非変形領域に属する形状、すなわち、法平面断面形状A0, A1, A2, A3, A4におけるL字形状の部分がそれぞれ非変形形状となる。この非変形形状であるL字形状は図17(b)に示すように、相似的変形処理(S22)において、変形処理を施さず、それ以外の形状が指定された変形指示に従う変形を受ける。

#### 【0126】

すなわち、移動元線に属する節点の移動による相似的変形(S22)および法平面断面形状の再配置(S24)において、固定稜線114と交差しない法平面断面形状A2(A3, A4)は移動元線110上の節点の移動先線112上対応する点b2(b3, b4)への移動に伴ってそれぞれ平行移動する。したがって、この法平面断面形状A2(A3, A4)で規定される形状の非変形領域は保存される。

#### 【0127】

一方、固定稜線114と交差する法平面断面形状A0, A1の変形を図を用いて説明する。図18(a)に変形前の法平面断面形状A0、固定稜線に属する点f、移動元線上の節点g、節点gの移動先の点をh、非変形領域に属するL字形状を太線で示す。図18(b)に変形処理後の形状B0を示す。節点gが点hに

移動するに伴い、法平面断面形状A 0 が相似的変形するが、太線で示すL字形状は変形処理を施さず、平行移動し、それ以外の形状が、指定された変形を施される。法平面断面形状A 1 も同様な変形処理を受ける。以上のように、固定稜線1 1 4 と交差する法平面断面形状においても非変形領域の形状は保存される。

#### 【0128】

以上の変形処理によれば、図17（b）に示すように、指定された非変形領域の形状は保存された相似的変形が行われ、新たな部品形状103が生成できる。

#### 【0129】

実施形態2の構成によれば、指定された非変形領域の形状を保存する相似的変形を行うことができ、既存部品形状に基づいて操作者がイメージする新たな3次元形状を効率的に設計することができる。

#### 【0130】

実施形態3.

実施形態3は実施形態1の構成に加え、固定形状指定手段を備えたものである。

【0131】

図19は本発明の実施形態3の設計データ生成装置の機能ブロック構成図である。実施形態3の設計データ生成装置は、既存の部品形状から固定形状を指定する固定形状指定手段24を備えている。実施形態2における非変形領域指定手段22との違いは、非変形領域指定手段22では、既存部品形状の任意の領域が指定され、その領域の形状は変形を施されず、平行移動することになるが、実施形態3における固定形状指定手段24では既存部品形状の任意の形状、例えば、固定用の穴など、が指定され、その形状は固定されて動かないという点である。

#### 【0132】

図20は実施形態3の設計データ生成装置におけるデータ生成フローを示す図である。実施形態1のフローに固定形状を指定する工程S28が付加される。このS15の工程順は相似的変形処理工程S22および再配置処理S24の前であれば、ここに記載のものでなくともよい。

#### 【0133】

ここで、図形の一例を用いて、本発明の実施形態3の設計データ生成装置における具体的な変形処理について説明する。図21（a）に既存の部品形状104を示す。この形状上に節点付与手段8により、節点を付与する（S10）。前記付与された節点のうち、移動元線上の節点のみをa0, a1, a2, a3, a4と示す。次に稜線の1つを、移動元線定義手段10により、移動元線110を定義する（S12）。さらに、移動先線指定手段12により、移動元線110の移動先である移動先線112を画像表示装置4上で指定する（S14）。次に、固定形状指定手段24により、既存部品形状から、固定形状を指定する（S28）。ここでは、四角形の穴を固定形状140とする。法平面断面形状作成手段14において、作成された移動元線上の各節点の法平面による既存部品の断面形状をそれぞれA0, A1, A2, A3, A4と示す。

#### 【0134】

以上の設定により、相似的変形処理（S22）および法平面断面形状の再配置処理（S24）を行う。

#### 【0135】

固定形状140と交差しない法平面断面形状A0, A4は実施形態1における相似的変形処理（S22）および再配置処理（S24）を行う。

#### 【0136】

一方、固定形状140と交差する法平面断面形状A1, A2, A3のうち、さらに固定稜線と交差しない法平面断面形状A2およびA3のうち、代表としてA2を図22（a）に示す。黒丸で示す点がこの法平面断面上での固定形状を規定する点k1, k2であり、この点の位置が相似的変形および再配置処理において固定される。この固定点以外の法平面断面形状の要素は移動元線上の節点a2から移動先線への対応する点b2への移動に伴い、図22（b）に示すように移動し、再配置する。

#### 【0137】

したがって、この場合、固定形状と交差する点k1, k2の断面形状に対する位置は変化するが、その絶対位置は固定されている。

#### 【0138】

さらに、固定形状140と交差する法平面断面形状A1, A2, A3のうち、固定稜線と交差する法平面断面形状A1を図23(a)に示す。この場合、相似的変形処理において、図23(b)に示すように、固定稜線に属する点f1と固定形状に属する点k3, k4は固定され、それ以外の法平面断面形状が移動元線上の節点a1から移動先線への対応する点b1への移動に伴い、変形する。

#### 【0139】

以上の変形処理により、新たな部品形状105は図21(b)に示すように、固定形状140は所定の相似的変形処理後においても固定されることになる。

#### 【0140】

実施形態3の構成によれば、変形により新たな3次元形状を生成する際、既存部品形状の固定したい形状を固定させることができ、既存部品形状を活用した効率的な設計を行うことができる。

#### 【0141】

実施形態4.

実施形態4は実施形態1の構成に加え、移動元線の下限曲率半径を指定する下限曲率半径指定手段を備えたものである。

#### 【0142】

図24は本発明の実施形態4の設計データ生成装置の機能ブロック構成図である。実施形態4の設計データ生成装置には移動元線の下限曲率半径を指定する下限曲率半径指定手段26が備えられている。

#### 【0143】

下限曲率半径指定手段26により、指定された曲率半径より小さい曲率が移動元線上の節点間にある場合、法平面断面形状作成手段14は、その節点間の移動元線上をn(n:1以上の整数)分割する位置に新たな補助節点を付与する。

#### 【0144】

図25は実施形態4の設計データ生成装置におけるデータ生成フローを示す図である。実施形態1のフローに下限曲率半径を指定する工程S30が付加される。このS30の工程順は相似的変形処理工程(S22)および再配置処理工程(S24)の前であれば、ここに記載のものでなくともよい。

### 【0145】

図形の一例を用いて、本発明の実施形態4の設計データ生成装置における具体的な変形処理について説明する。図26（a）に既存の部品形状の移動元線150と指定された移動先線152を示す。移動元線150上には節点付与手段8により、黒丸で示す節点（a1, a2, a3, a4）が付与される。ここで、移動元線上の節点の移動先線上の点への対応は、移動先線上の点から下ろした垂線が移動元線の節点と交差する点に対応させる移動先線垂線対応であるとすると、a1, a2, a3, a4の法平面断面形状はそれぞれ、b1, b2, b3, b4に再配置される。しかしながら、相似的変形および再配置後の法平面断面形状の連なりで規定される新しい部品形状は、点線で示すように操作者の指定した移動先線152とは異なる外形線となってしまう。これは、移動元線150上の節点a2, a3の間の曲率半径が小さいため、移動先線152から下ろした垂線と交差する節点が存在しない移動先線152上の曲線部分があるためである。

### 【0146】

そこで、図26（b）に示すように移動元線の節点a2, a3の間が、下限曲率半径指定手段26において指定された下限曲率半径より小さい曲率半径である場合、法平面断面形状作成手段14は、図26（b）に示すように節点a2, a3の間を3等分する位置に補助節点a4, a5を配置し、補助節点の各点における既存部品の法平面断面形状を作成する。

### 【0147】

補助節点a4, a5の法平面断面形状は、移動先線線上であって、その点から下ろした垂線が補助節点に交差する点b4, b5に対応させる。

### 【0148】

実施形態4において、補助節点の数は節点間を3等分するものとしたが、3等分に限らず、n（n：1以上の整数）分割する点に補助節点を設けても良い。このnについても下限曲率半径指定手段26にて、予め入力できることも好ましい。

### 【0149】

実施形態4の構成によれば、既存部品形状を活用して、操作者の意図した外形

線となる新たな形状を効率的に設計することができる。

#### 【0150】

実施形態5.

実施形態5は実施形態1の構成に加え、法平面断面形状の再配置および相似的变形後のその移動先線上の点における向きを指定する法平面断面形状配向指定手段28を備えたものである。

#### 【0151】

図27は本発明の実施形態5の設計データ生成装置の機能ブロック構成図である。実施形態5の設計データ生成装置には法平面断面形状の再配置および相似的变形後のその移動先線上の点における向きを指定する法平面断面形状配向指定手段28を備えている。法平面断面形状配向指定手段28は法平面断面形状の再配置および相似的变形後のその移動先線上の点における向きを、移動先線の点における法平面上の形状とするか、対応する移動元線上の節点での法平面と平行な面内での形状とするかの指定を操作者から受け付ける。

#### 【0152】

図28は実施形態5の設計データ生成装置におけるデータ生成フローを示す図である。実施形態1のフローに法平面断面形状の再配置および相似的变形後のその移動先線上の点における向きを、移動先線の点における法平面上の形状とするか、対応する移動元線上の節点での法平面と平行な面内での形状とするかの指定を操作者から受け付ける工程S32が付加している。このS32の工程順は相似的变形処理工程(S22)および再配置処理工程(S24)前であれば、ここに記載のものでなくともよい。

#### 【0153】

図形の一例を用いて、本発明の実施形態5の設計データ生成装置における具体的な变形処理について説明する。図29に移動元線、節点a0および移動先線、移動先線上の節点a0の対応する点b0を示す。移動元線上の節点a0における法平面断面形状A0を代表する形状点をxとし、白丸で表す。

#### 【0154】

ここで、移動元線上の節点の移動先線上の点への対応は、移動先線上の点から

下ろした垂線が移動元線の節点と交差する点に対応させる移動先線垂線対応であるとする。

#### 【0155】

相似的変形処理工程（S22）および再配置処理工程（S24）により、法平面断面形状A1は、移動先線上の点b0に再配置される。この移動先線上の点b0に再配置した法平面断面形状B0は図29に示すように、移動先線の点b0における法平面上の形状B0とするか、対応する移動元線上の節点a0の法平面と平行な面内での形状B0'とするか、2通りの向きをとることができる。

#### 【0156】

法平面断面形状配向指定手段28において、移動先線の点b0における法平面上の形状B0とするか、対応する移動元線上の節点a0での法平面と平行な面内での形状B0'とするかの指定を操作者から受け取り、相似的変形処理工程（S22）および再配置処理工程（S24）において、指定に従う向きに配置させ、その形状の連なりによって規定される新しい部品形状が生成される（S26）。

#### 【0157】

移動先線状の点における法平面上の形状とする指定は例えば、法平面断面形状が、部品の外縁形状から所定の寸法を維持した固有形状を有する場合、その寸法を保存したまま新たな部品形状を生成することができる。本実施例では移動先線垂線対応とした法平面断面形状の再配置後の断面形状の配向について説明したが、移動元線垂線対応であっても、指定面平行対応であってもよい。

#### 【0158】

実施形態5の構成により、既存部品の法平面断面形状を相似的変形操作後に、どの平面での形状とするかを指定することができ、既存部品形状を活用した効率的な設計を行うことができる。

#### 【0159】

実施形態6。

実施形態6は実施形態1の構成に加え、相似的変形処理を分けて行うために、移動元線を分割する移動元線分割手段30を備える。

#### 【0160】

図30は本発明の実施形態6の設計データ生成装置の機能ブロック構成図である。実施形態6の設計データ生成装置には相似的変形処理および再配置処理においてその処理を分割して行うための指定である移動元線分割手段30が備えられている。移動元線分割手段30はあらかじめ指定された移動元線を分割する指定を操作者から受け付ける。

#### 【0161】

図31は実施形態6の設計データ生成装置におけるデータ生成フローを示す図である。実施形態1のフローに、相似的変形処理を分けて行うため、移動元線をL1, L2, …, Lnに分割する指定を操作者から受け付ける工程S34が付加され、それぞれの分割移動元線に属する法平面形状ごとに相似的変形および再配置を行う(S38～S48)。

#### 【0162】

図形の一例を用いて、本発明の実施形態6の設計データ生成装置における具体的な変形処理について説明する。図32は実施形態6における形状の相似的変形の工程を順次示す図である。

#### 【0163】

図32(a)に既存形状106、移動元線および移動先線を示す。移動元線は工程S34により、g1からg4に4分割されている。分割移動元線g4に属する法平面断面の規定する形状は固定形状と指定された領域とする。また、分割移動元線g2に属する形状の12個の制御点によって規定される面を線で示す。

#### 【0164】

1回目の変形および再配置処理は、図32(b)に示すように、分割移動元線のg1に属する法平面断面について行う(S38, S40)。このとき、隣接するg2に属する形状の節点は、g1に属する法平面断面形状の変形処理に伴い、外形線の連続性を保つように移動するが、制御点は移動させない。以上により、1回目の変形処理が終了する。

#### 【0165】

次に、図32(c)に示すように、分割移動元線g2に属する法平面断面形状の変形および再配置処理を行う(S42, S44)。第1回目の変形および再配

置処理（S38, S40）と同様に、隣接するg3に属する形状の節点は、g2に属する法平面断面形状の変形処理に伴い、外形線の連続性を保つように移動するが、制御点は移動させない。以上により、2回目の変形処理が終了する。

#### 【0166】

次に、図32（d）に示すように、分割移動元線g3に属する法平面断面形状の変形および再配置処理を行う（S46, S48）。分割移動元線g4に属する法平面断面形状は固定形状と指定されたので、この工程が最後の変形および再配置処理となる。したがって、実施形態1における変形および再配置処理と同様の処理を行う。以上により全体の変形および再配置処理が完了する。

#### 【0167】

実施形態6の説明では、変形を4つの領域に分割する方法を説明したが、分割は、2以上であれば、同様の処理ができる。

#### 【0168】

実施形態6の構成によれば、領域を分けて変形処理を行っても、変形に際し曲面を規定する制御点が固定されているため、その境界に不連続を生じないで滑らかに接続することができる。したがって、大きなデータ量をもつ複雑な部品形状を、領域ごとに分けて変形処理を行う場合でも、操作者の意図に沿った新たな形状を効率的に生成することができる。

#### 【0169】

実施形態7。

実施形態7は実施形態1において、一対の移動元線と移動先線の組み合わせと、固定稜線の指定による、相似的変形処理を行ったが、その固定稜線の代わりに第2の移動元線と移動先線の指定をさらに加えたものである。すなわち、実施形態7では、既存部品形状の2つの稜線を、それぞれ指定の線に移動させる相似的変形ができる構成である。

#### 【0170】

図33は実施形態7にかかる設計データ生成装置1の機能ブロック構成図である。実施形態7の設計データ生成装置1には、第1移動元線を定義する第1移動元線定義手段32、第1移動先線を指定する第1移動先線指定手段34、第2移

動元線を定義する第2移動元線定義手段36および第2移動先線を指定する第2移動先線指定手段38が備えられている。

#### 【0171】

図34は実施形態6の設計データ生成装置におけるデータ生成フローを示す図である。実施形態1のフローの固定稜線指定手段に代えて、第2移動元線を定義する工程S52と第2移動先線を指定する工程S56を行う。

#### 【0172】

相似的変形処理工程(S22)および再配置処理工程(S24)における、法平面断面形状の処理は次の2つに分かれる。

#### 【0173】

第2移動元線と交差しない法平面断面形状は変形させず、第1移動元線上の節点が対応する第1移動先線上の点に移動するに伴って、再配置させる。

#### 【0174】

第2移動元線と交差する法平面断面形状の相似的変形処理(S22)を、図形の一例を用いて説明する。図35(a)に法平面断面形状と、第1移動元線上の節点(c1)およびそれに対応する第1移動先線上の点(d1)、第2移動元線上の節点(e1)およびそれに対応する第2移動先線上の点(f1)を示す。

#### 【0175】

まず、図35(b)に示すように、第1移動元線上の節点(c1)を第1移動先線上の対応する点(d1)に移動させる相似的変形処理を行う。これは実施形態1における第2移動元線上の節点(e1)を固定稜線上の点とした相似的変形と同様である。

#### 【0176】

次に、図35(c)に示すように、第2移動元線上の節点(e1)を第2移動先線上の対応する点(f1)に移動させる相似的変形処理を行う。以上の2回に分けた節点の移動により、相似的変形処理工程(S22)が完了する。

#### 【0177】

既存部品形状に曲面を含む場合の相似的変形も同様に、形状節点の移動を2つの工程に分けて行う。すなわち、一回目の工程では実施形態1において、固定稜

線を第2移動元線に置き換えた移動を行い、二回目の工程で、実施形態1において、移動元線を第2移動元線、移動先線を第2移動元線、固定稜線を第1移動元線と置き換えた移動を行う。したがって、二回目の工程では、第2移動元線に属する節点から前記第2移動先線の対応する点への第2移動ベクトルに、前記第1移動元線から前記形状節点までの距離を前記第1移動元線に属する節点から第2移動先線上の対応する点までの距離で割った比を乗じた第2形状節点移動ベクトルにしたがって移動させる。

### 【0178】

以上の工程を各形状節点に施すことにより、既存部品形状に曲面を有する場合でも、2つの稜線を移動させる相似的変形を行い、新たな部品形状を生成することができる。

### 【0179】

実施形態7の構成によれば、既存部品形状の2つの稜線を移動させる相似的変形を行うことができ、新たな形状の設計を効率的に行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の設計データ生成装置の機能を示すブロック構成図である。

【図2】 本発明の実施形態1の設計データ生成フローを示す図である。

【図3】 本発明の実施形態1の設計データ生成装置における具体的な既存形状の変形処理を説明する図である。

【図4】 本発明の実施形態1の設計データ生成装置における法平面断面形状の形状節点の移動を説明する図である。

【図5】 対応指定手段を備えた設計データ生成装置の機能ブロック構成図を示す図である。

【図6】 図5における対応指定のうち、等内分比対応を説明するための図である。

【図7】 図5における対応指定のうち、移動先線垂線対応を説明するための図である。

【図8】 図5における対応指定のうち、移動元線垂線対応を説明するため

の図である。

【図9】 図5における対応指定のうち、指定面平行対応を説明するための図である。

【図10】 補助対応指定手段を備えた設計データ生成装置の機能ブロック構成を示す図である。

【図11】 図10における補助対応指定のうち、指移動先線延長対応を説明するための図である。

【図12】 図10における補助対応指定のうち、最近点対応を説明するための図である。

【図13】 移動割合指定手段を備えた設計データ生成装置の機能ブロック構成を示す図である。

【図14】 移動延長可否指示手段を備えた設計データ生成装置の機能ブロック構成を示す図である。

【図15】 非変形領域指定手段を備えた本発明の実施形態2の設計データ生成装置の機能を示すブロック構成図である。

【図16】 非変形領域を指定する工程を含む本発明の実施形態2の設計データ生成フローを示す図である。

【図17】 非変形領域が指定された既存部品形状の相似的変形を説明するための図である。

【図18】 図17における非変形領域と交差する法平面断面形状の相似的変形を説明するための図である。

【図19】 固定形状指定手段を備えた本発明の実施形態3の設計データ生成装置の機能を示すブロック構成図である。

【図20】 固定形状を指定する工程を含む本発明の実施形態3の設計データ生成フローを示す図である。

【図21】 固定形状が指定された既存部品形状の相似的変形を説明するための図である。

【図22】 図21における固定形状と交差し、かつ、固定稜線と交差しない法平面断面形状の相似的変形を説明するための図である。

【図23】 図21における固定形状と交差し、かつ、固定稜線と交差する法平面断面形状の相似的変形を説明するための図である。

【図24】 下限曲率半径指定手段を備えた本発明の実施形態4の設計データ生成装置の機能を示すブロック構成図である。

【図25】 下限曲率半径を指定する工程を含む本発明の実施形態4の設計データ生成フローを示す図である。

【図26】 下限曲率半径以下の移動元線を有する既存部品形状の相似的変形を説明するための図である。

【図27】 法平面断面形状配向指定手段を備えた本発明の実施形態5の設計データ生成装置の機能を示すブロック構成図である。

【図28】 法平面断面形状の配向を指定する工程を含む本発明の実施形態5の設計データ生成フローを示す図である。

【図29】 法平面断面形状の配向を具体的な既存部品形状で説明するための図である。

【図30】 移動元線分割手段を備えた本発明の実施形態6の設計データ生成装置の機能を示すブロック構成図である。

【図31】 移動元線を分割する工程を含む本発明の実施形態6の設計データ生成フローを示す図である。

【図32】 本発明の実施形態6の設計データ生成装置の分割した相似的変形処理を説明するための図である。

【図33】 2組の移動元線と移動先線の指定手段を備えた本発明の実施形態7の設計データ生成装置の機能を示すブロック構成図である。

【図34】 2組の移動元線と移動先線を指定する工程を含む本発明の実施形態7の設計データ生成装置の機能を示すブロック構成図である。

【図35】 2組の移動元線と移動先線が指定された既存部品形状の相似的変形を説明するための図である。

【図36】 CAD装置を用いた従来の変形処理を示す図である。

#### 【符号の説明】

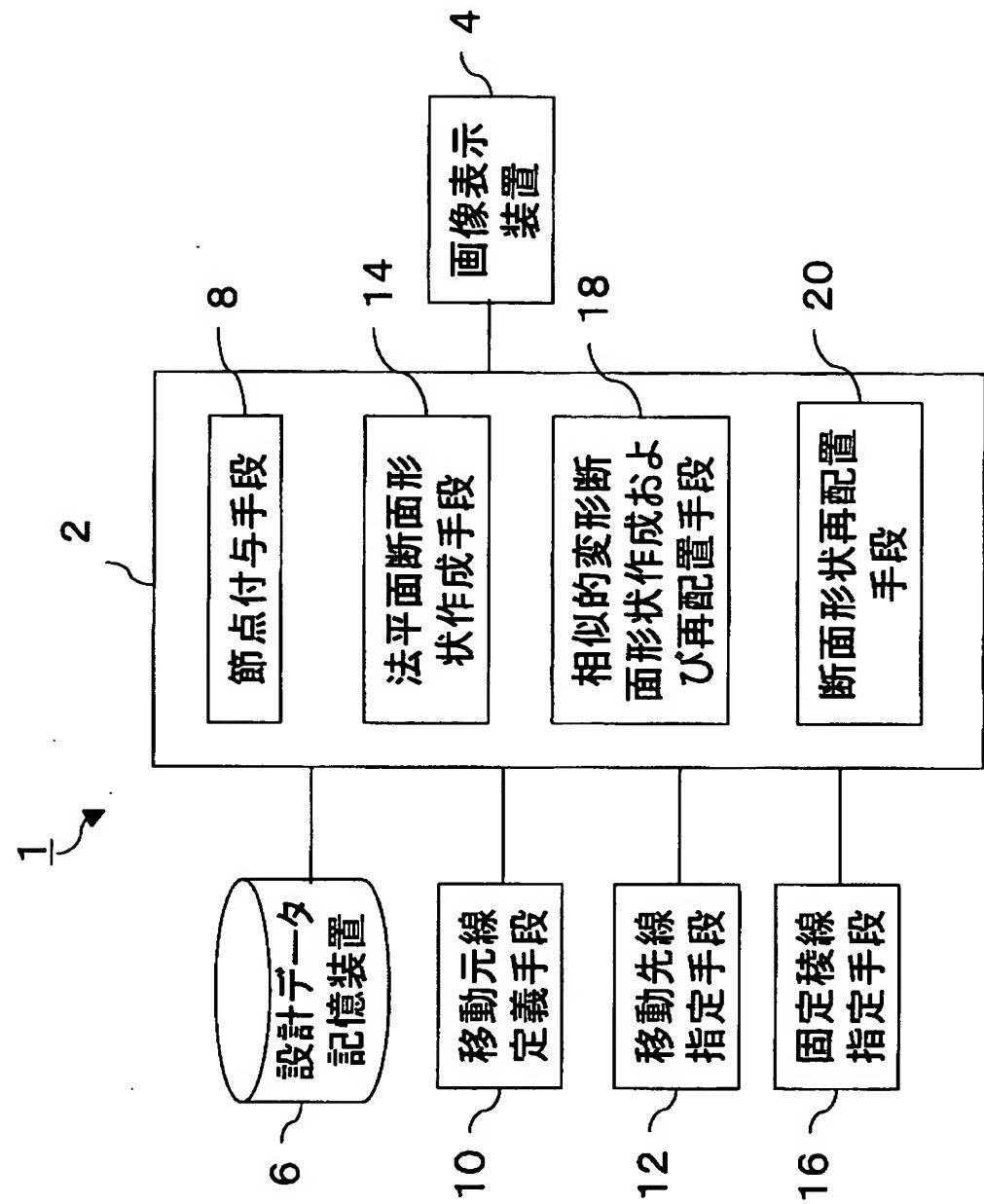
1 設計データ生成装置、2 計算機、4 画像表示装置、6 設計データ記

憶装置、8 節点付与手段、10 移動元線定義手段、11 移動割合指定手段、12 移動先線指定手段、13 移動延長可否指示手段、14 法平面断面形状作成手段、15 対応指定手段、16 固定稜線指定手段、17 補助対応指定手段、18 相似的变形断面形状作成および再配置手段、20 断面形状再配置手段、22 非变形領域指定手段、24 固定形状指定手段、26 下限曲率半径指定手段、28 法平面断面形状配向指定手段、30 移動元線分割手段、32 第1移動元線定義手段、34 第1移動先線指定手段、36 第2移動元線定義手段、38 第2移動先線指定手段、100, 102, 104, 106 既存部品の形状、101, 103, 105, 107 新たな部品形状、110, 150 移動元線、112, 152 移動先線、114 固定稜線、120 法平面断面形状、122 節点、124 移動先線上の点、126 固定稜線に属する点、130 非变形領域、140 固定形状。

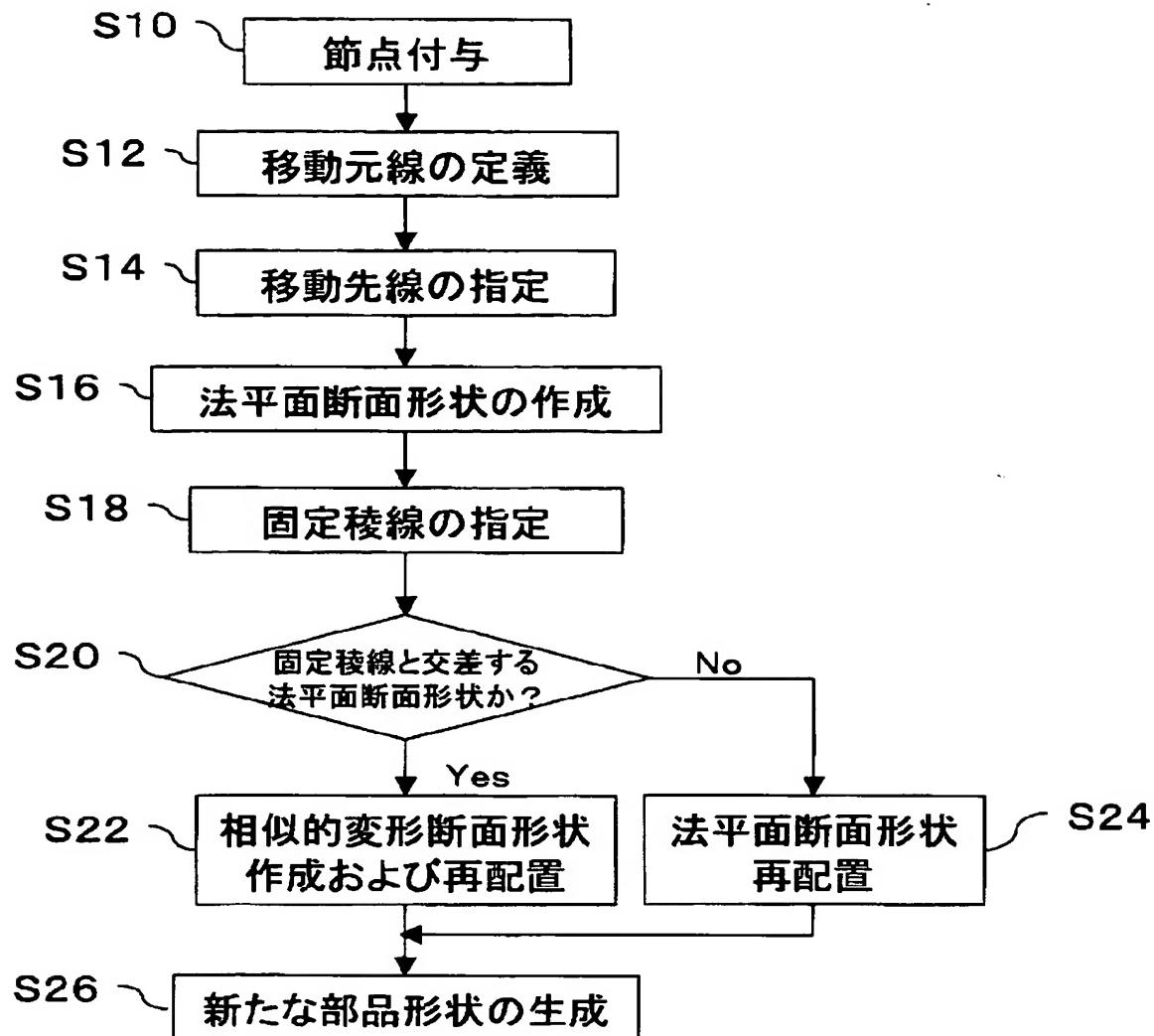
【書類名】

図面

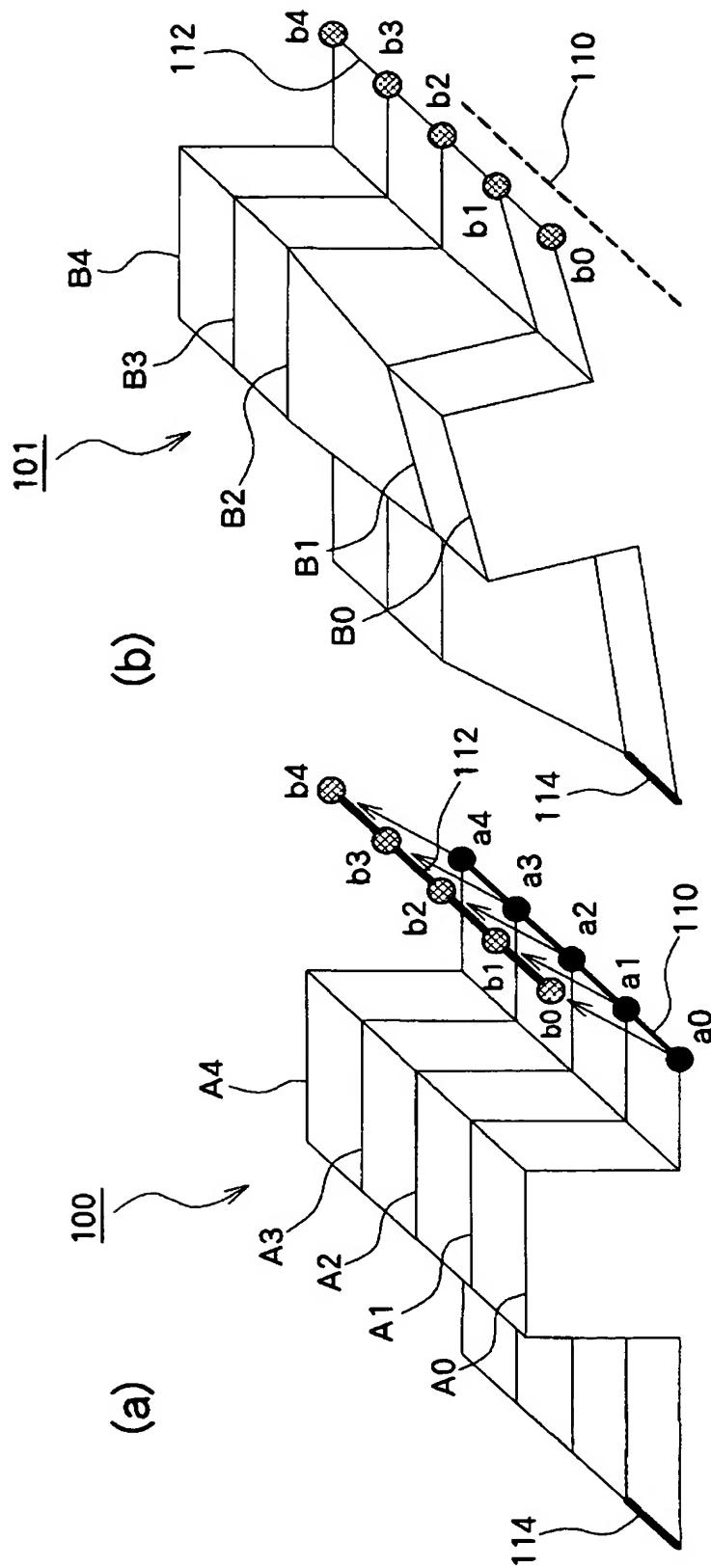
【図1】



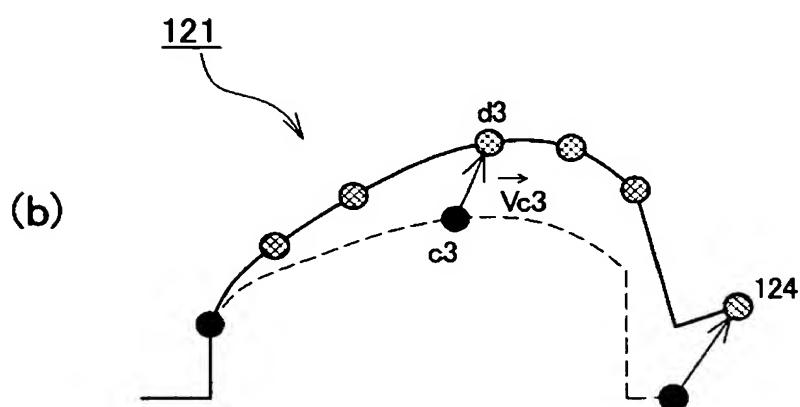
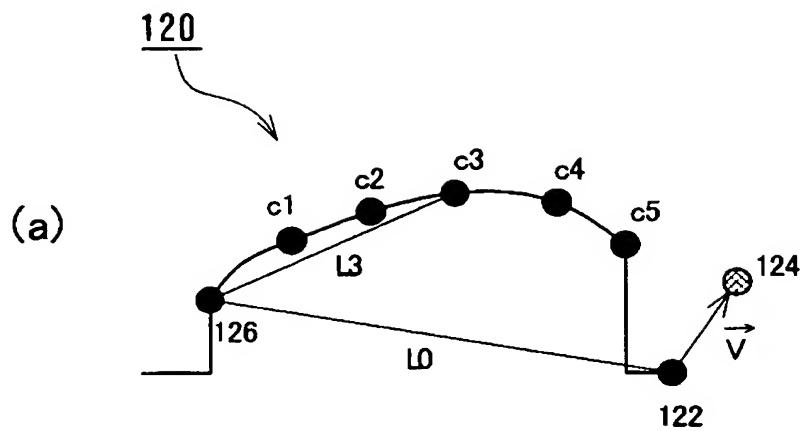
【図2】



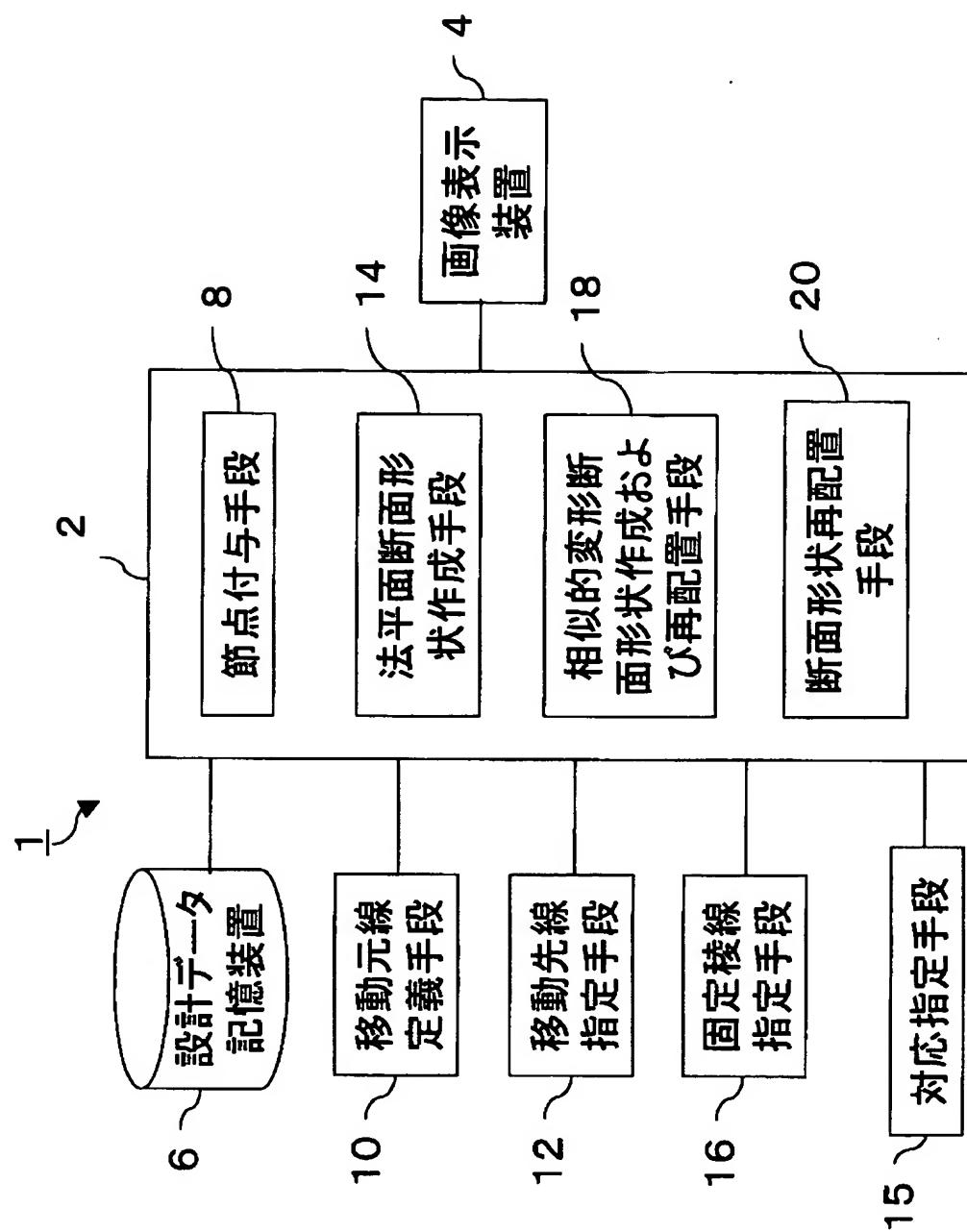
【図3】



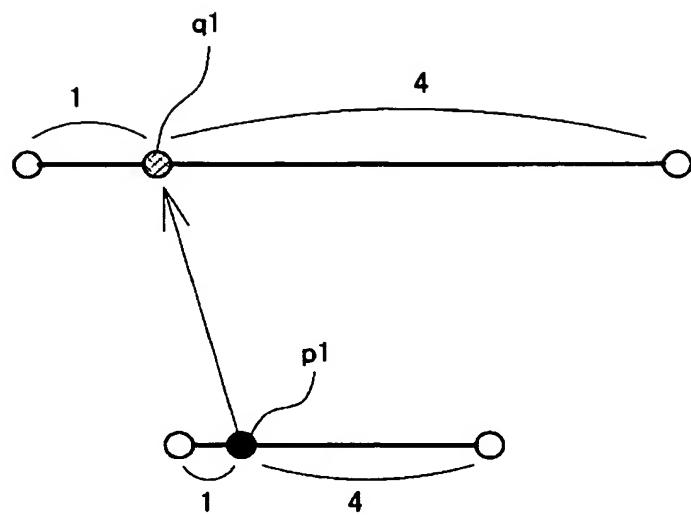
【図4】



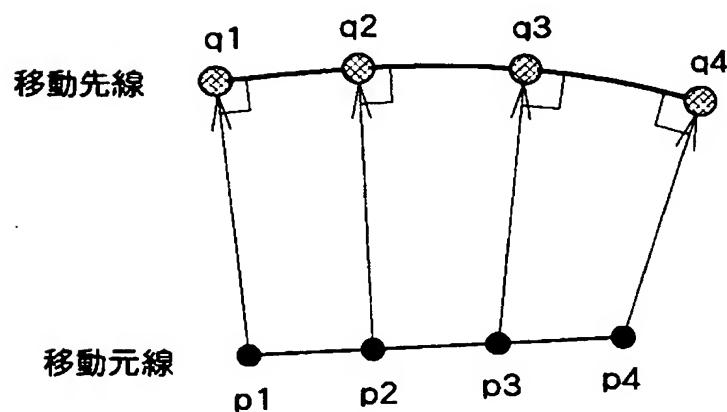
【図5】



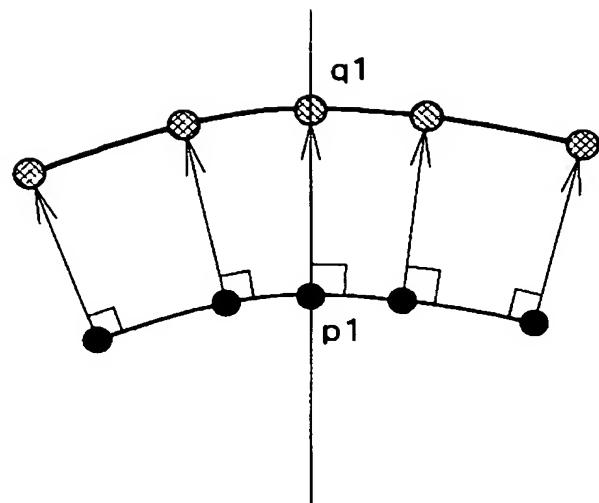
【図6】



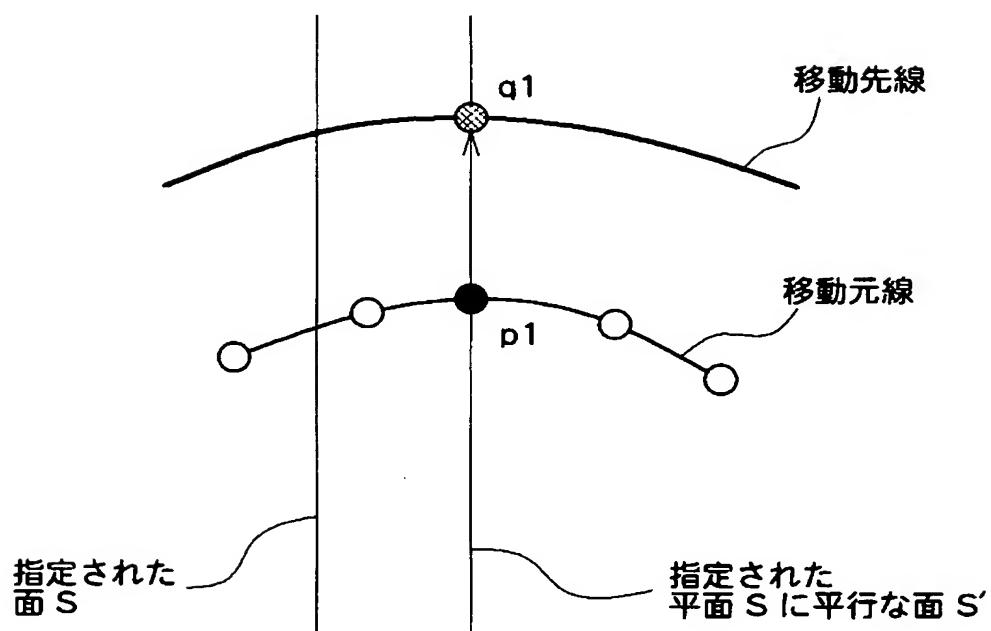
【図7】



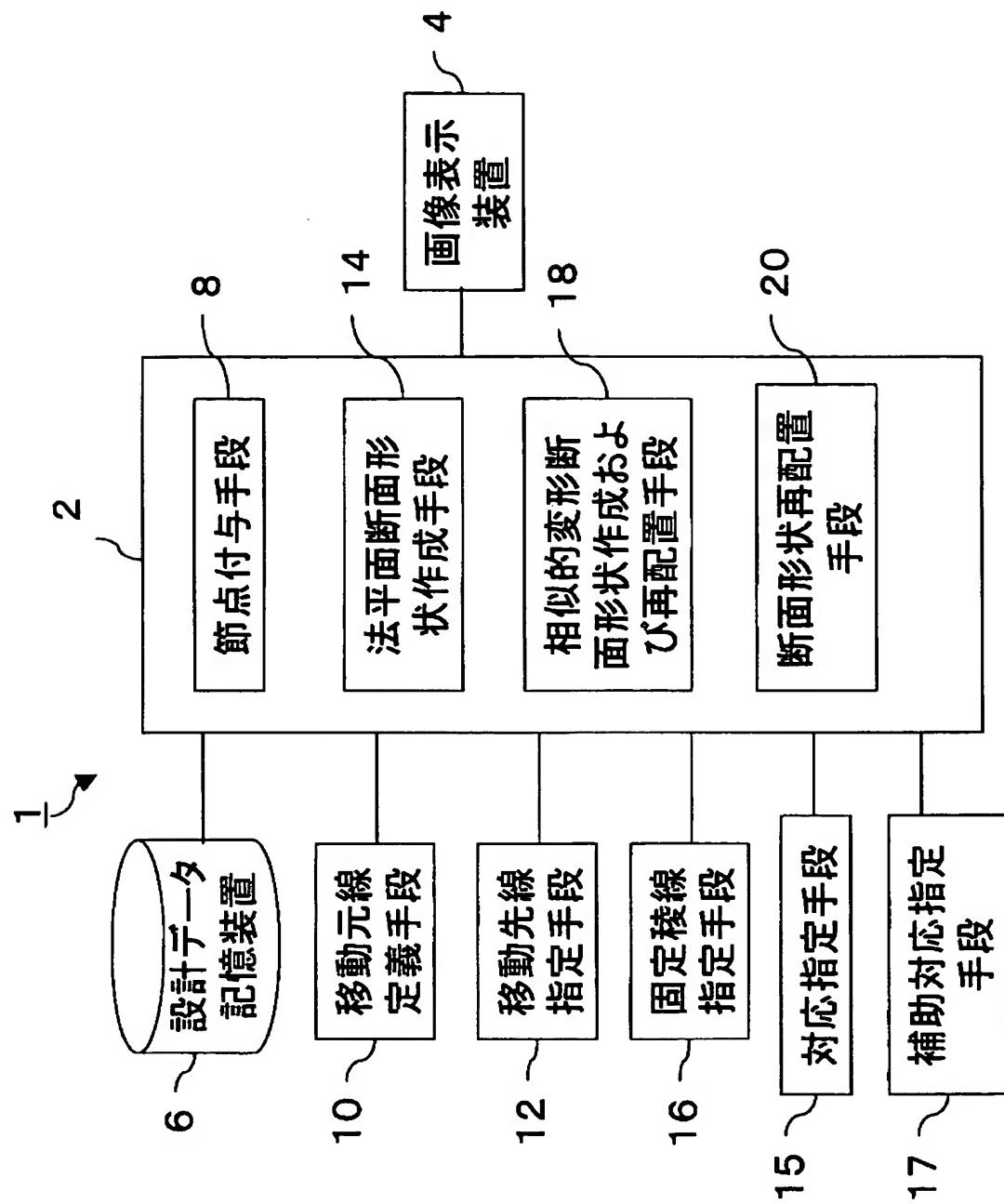
【図8】



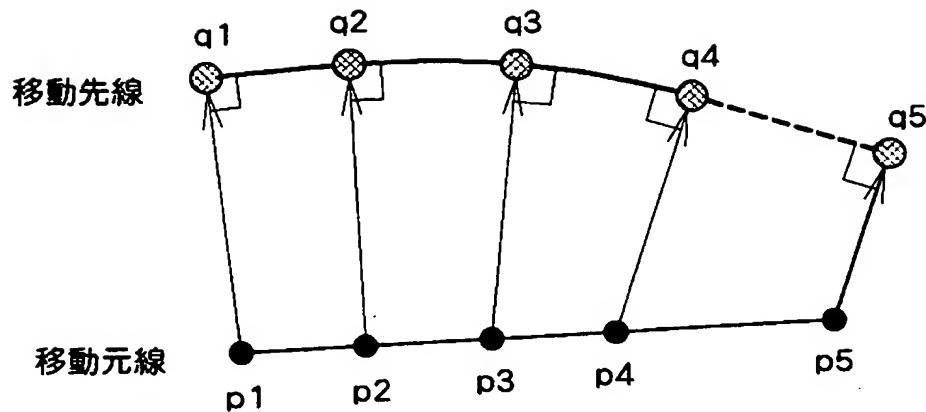
【図9】



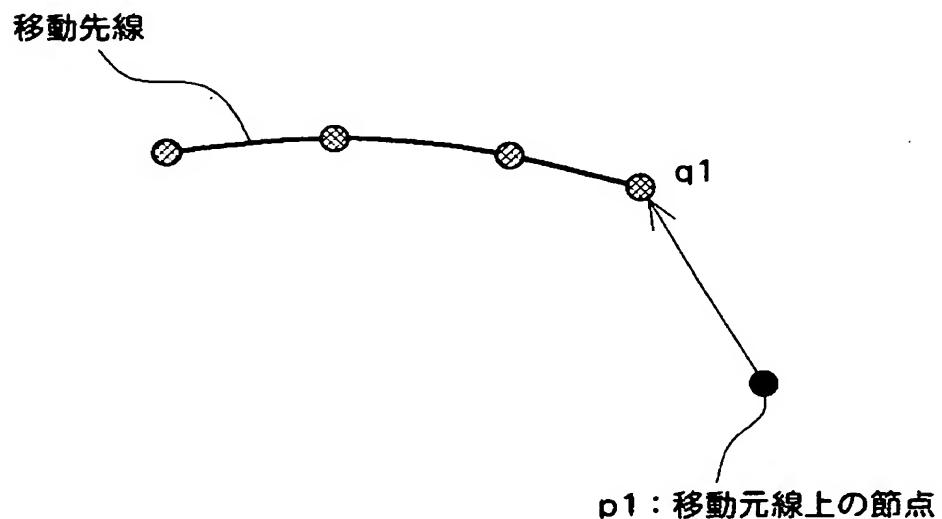
【図10】



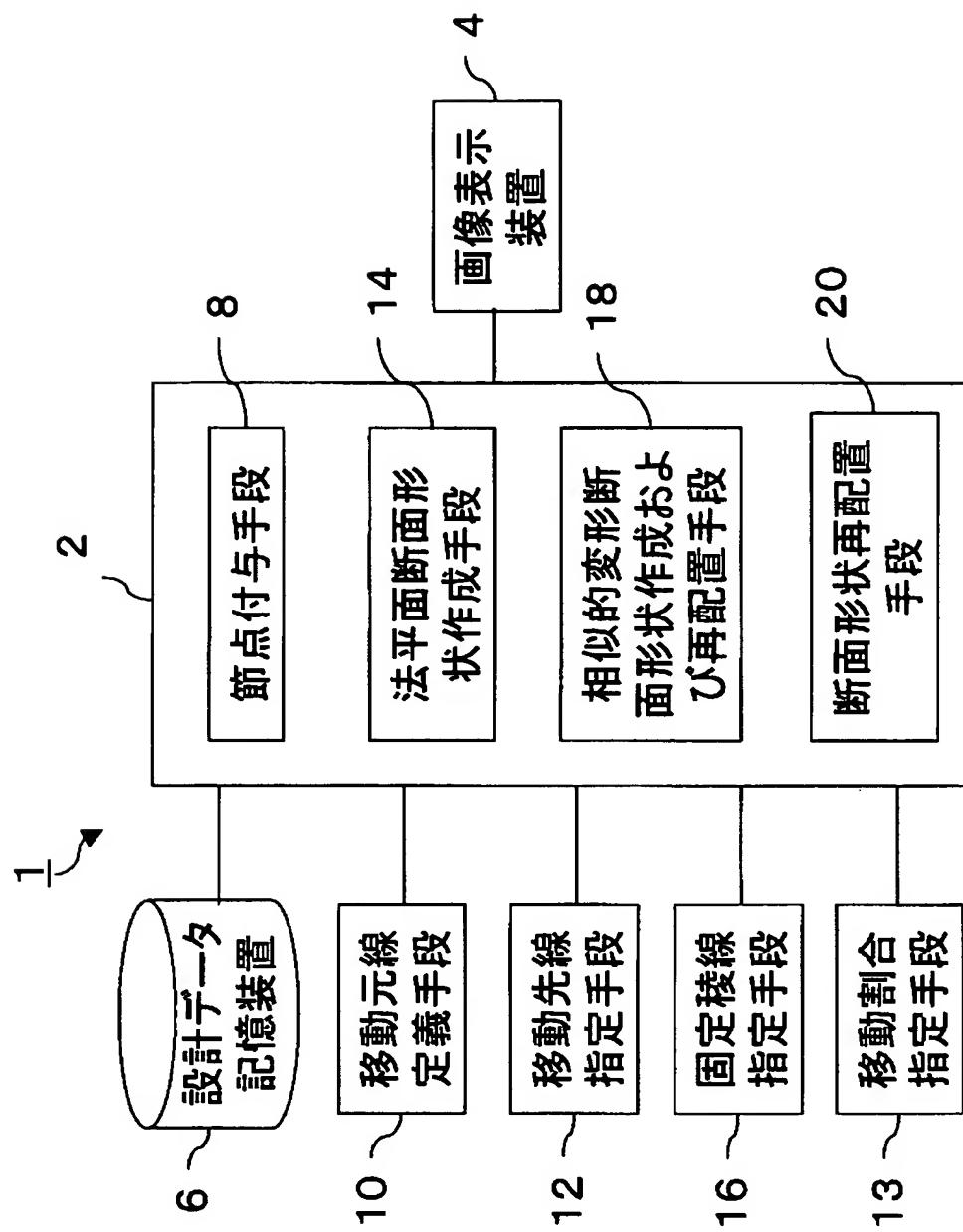
【図11】



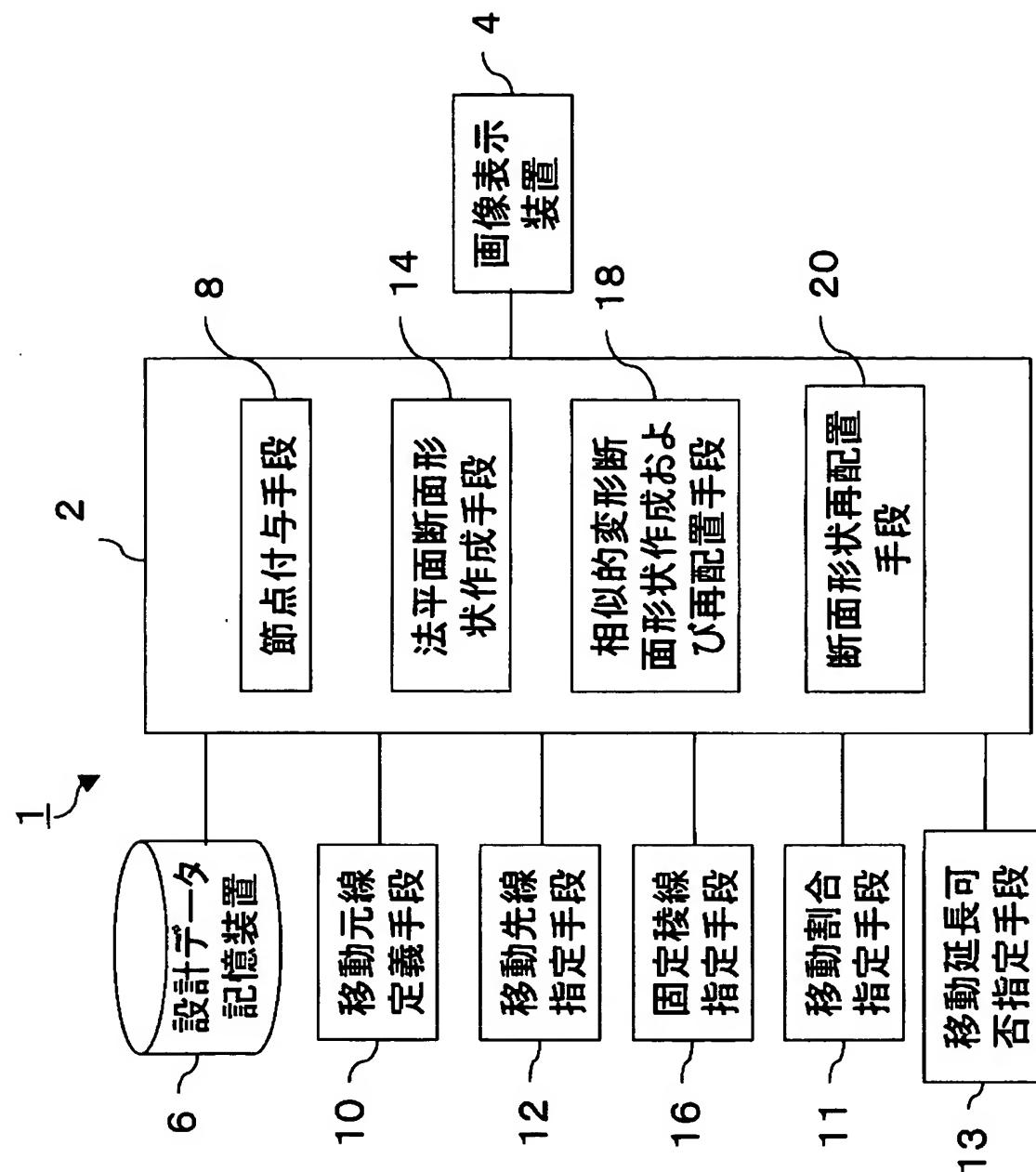
【図12】



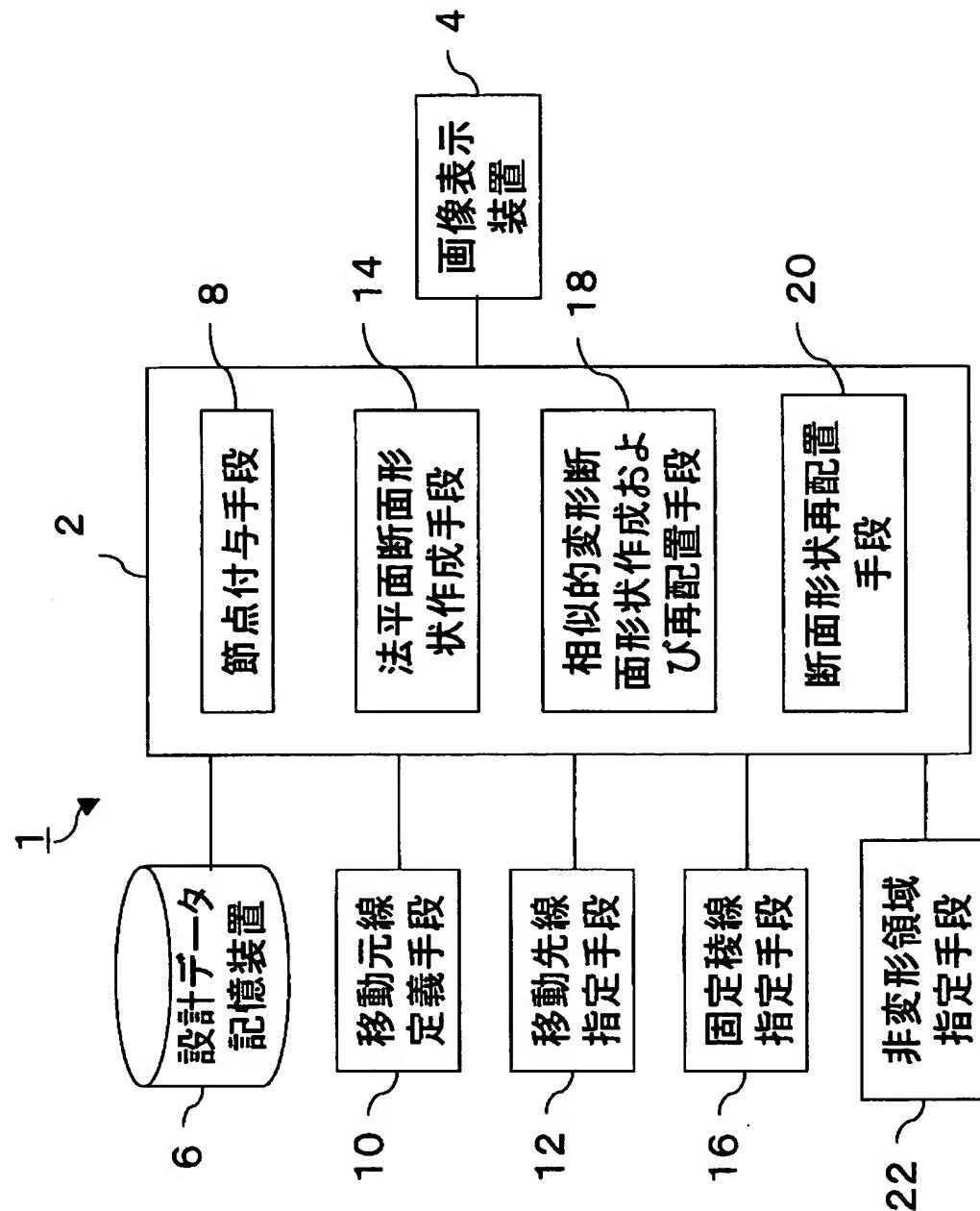
【図13】



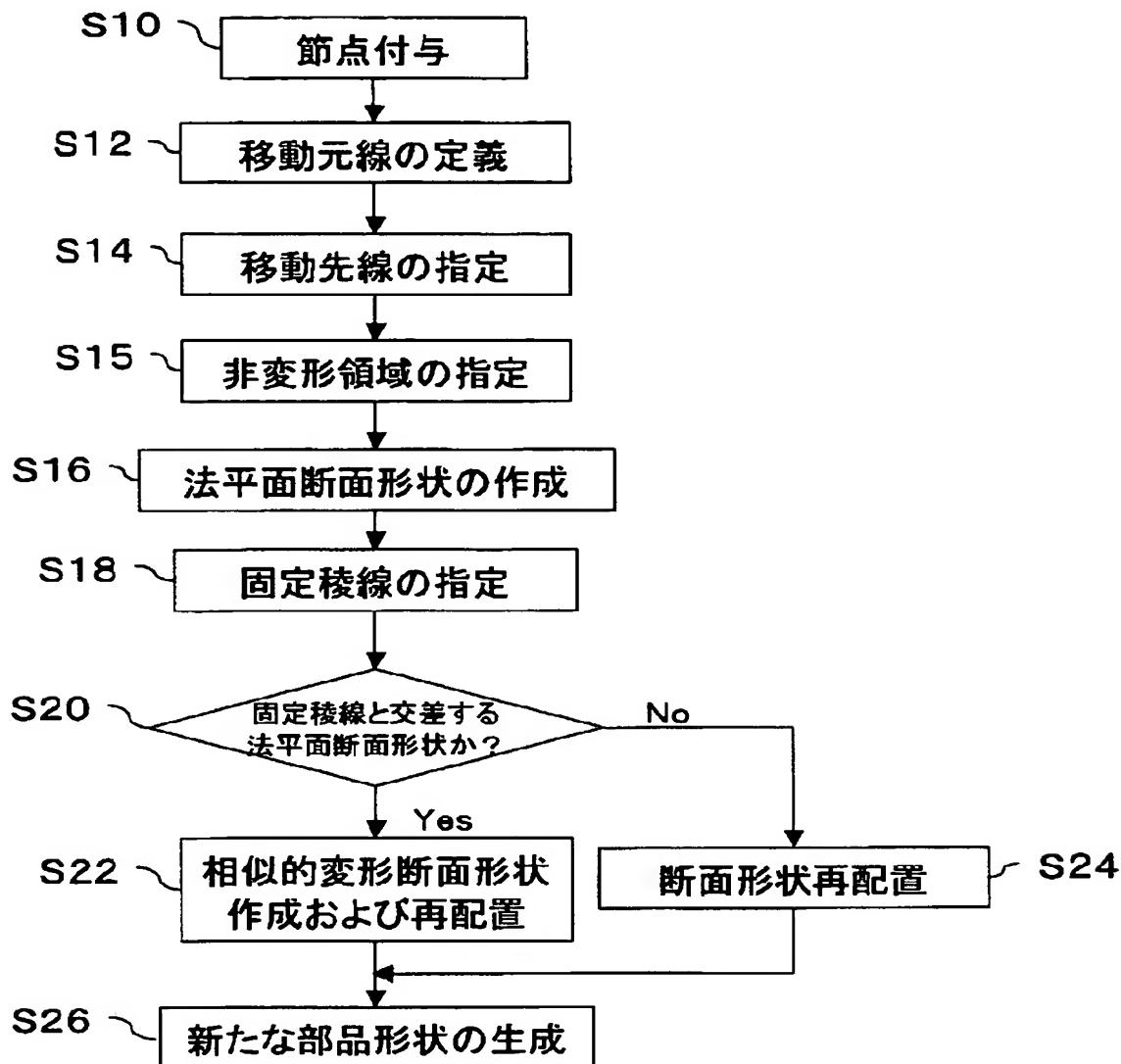
【図14】



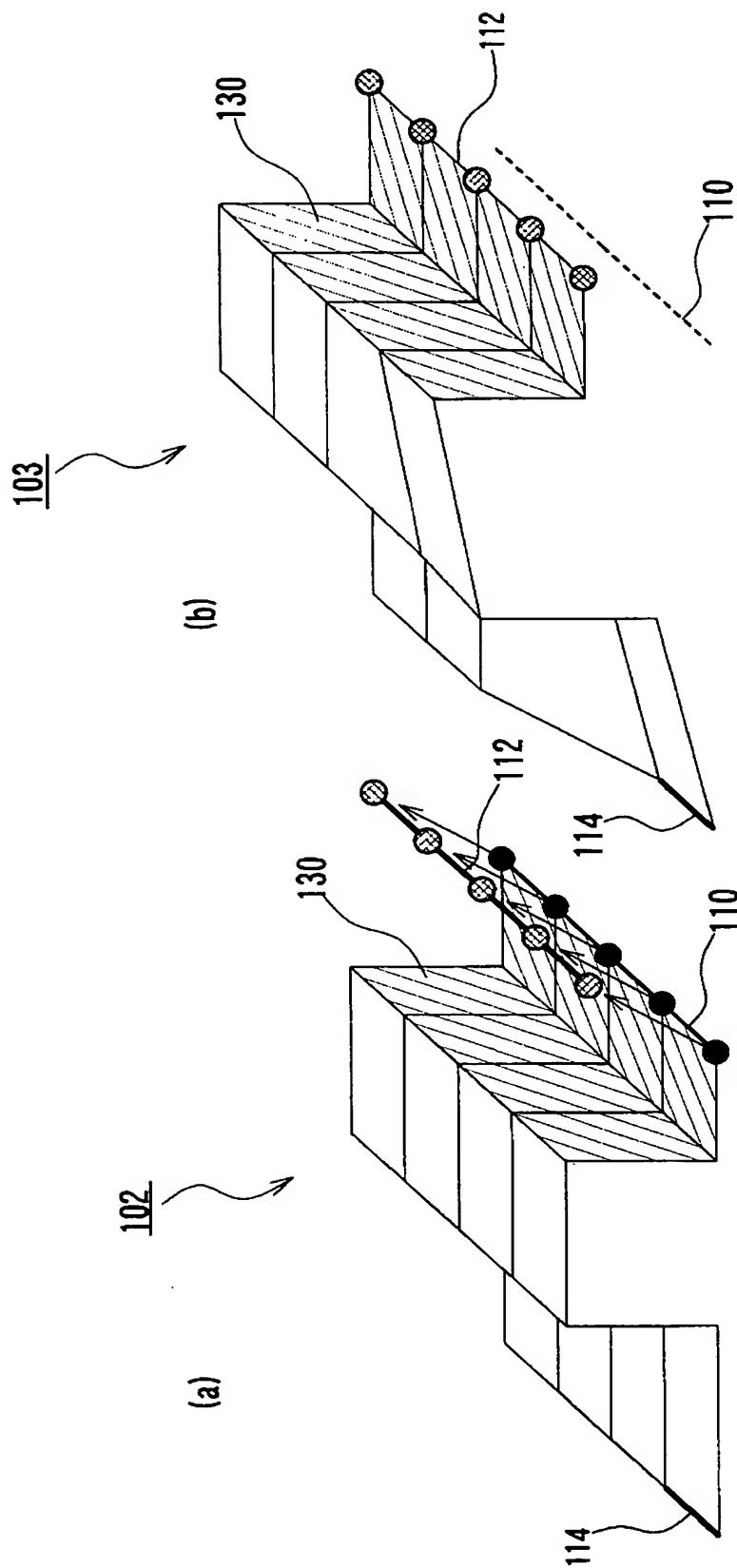
【図15】



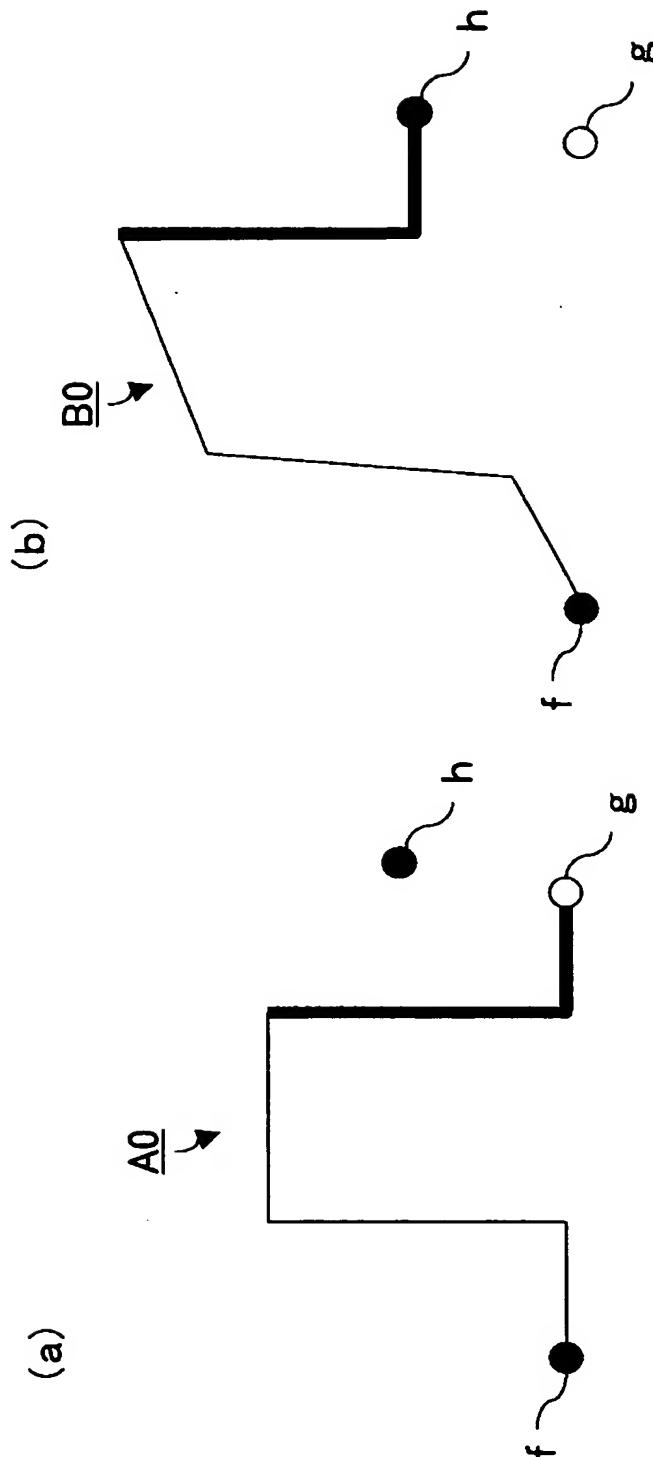
【図16】



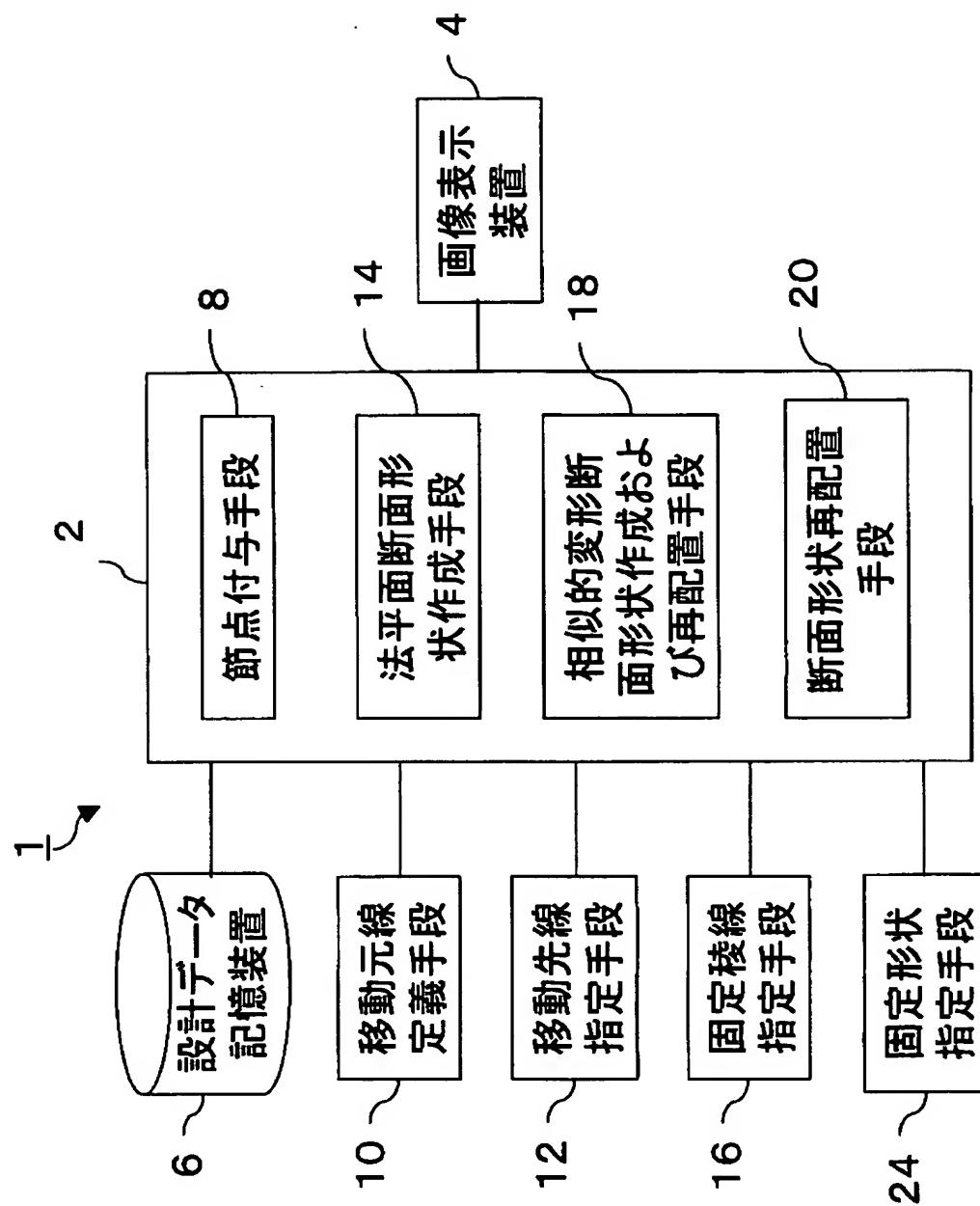
【図17】



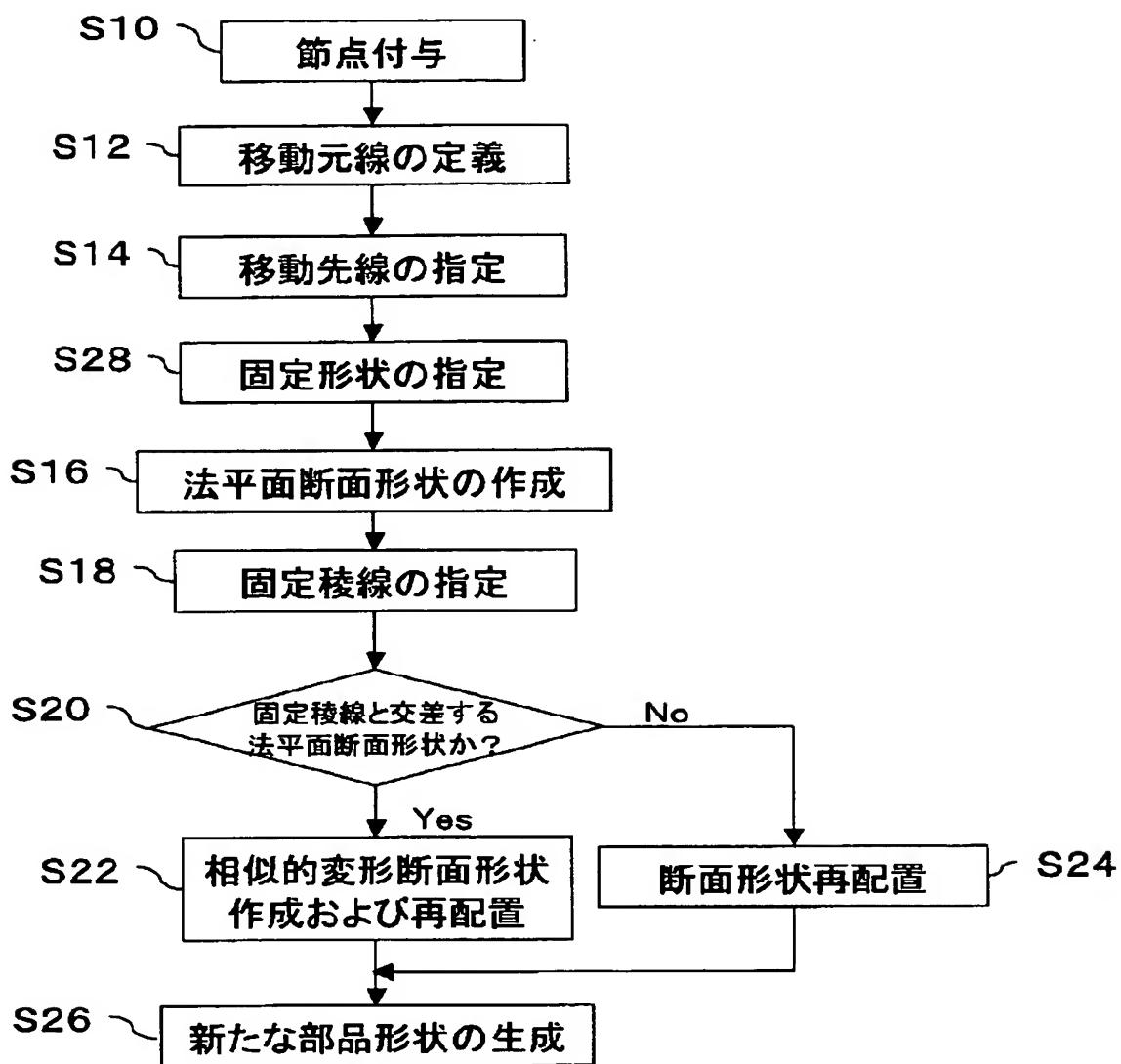
【図18】



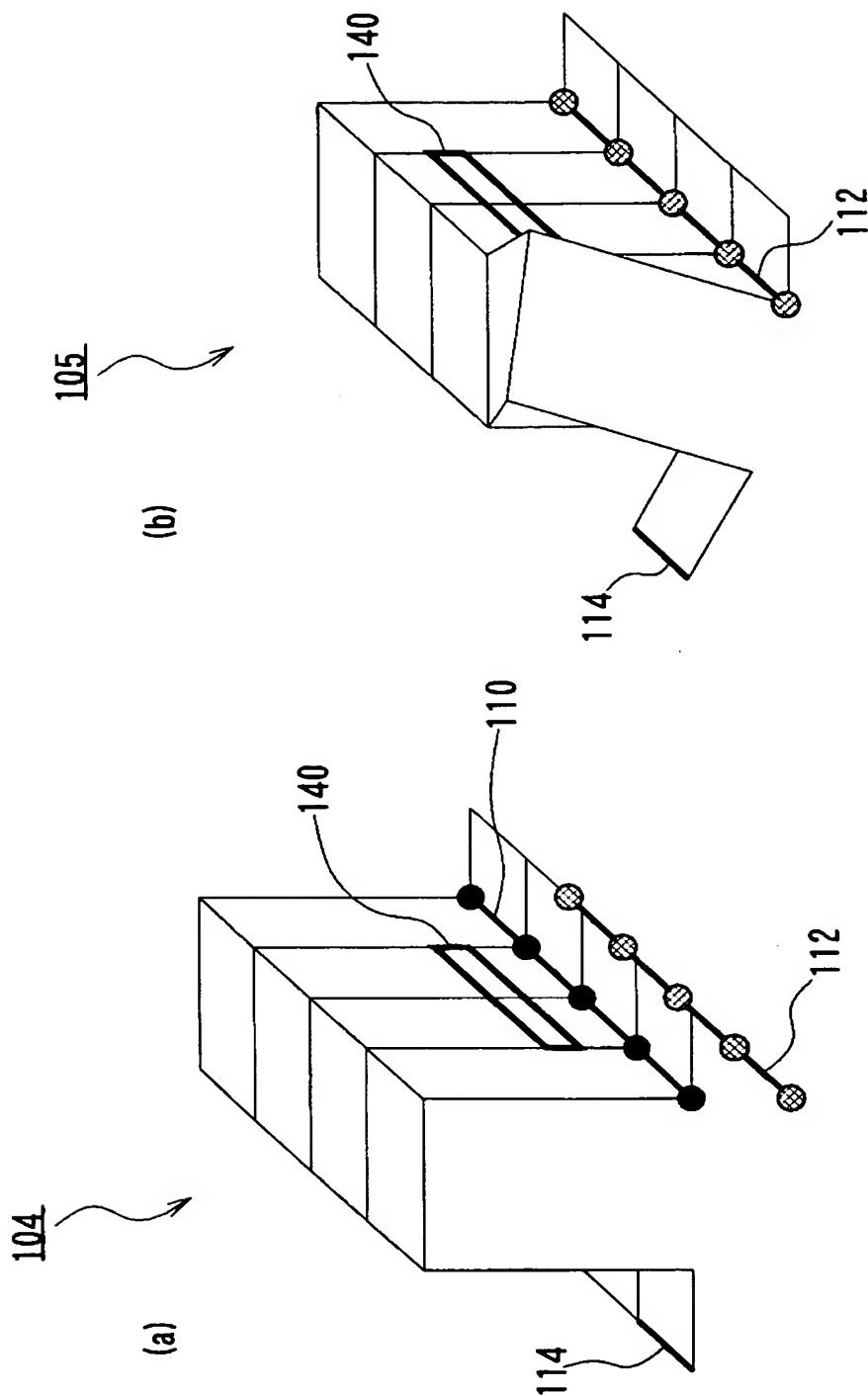
【図19】



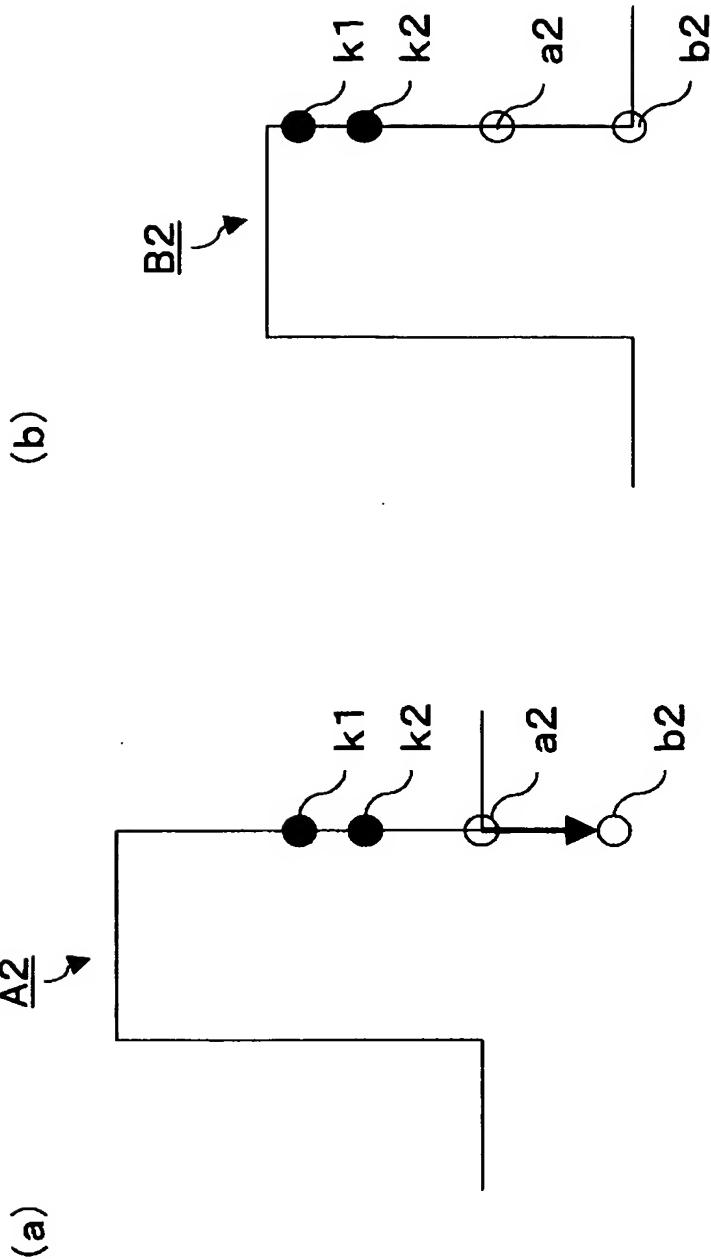
【図20】



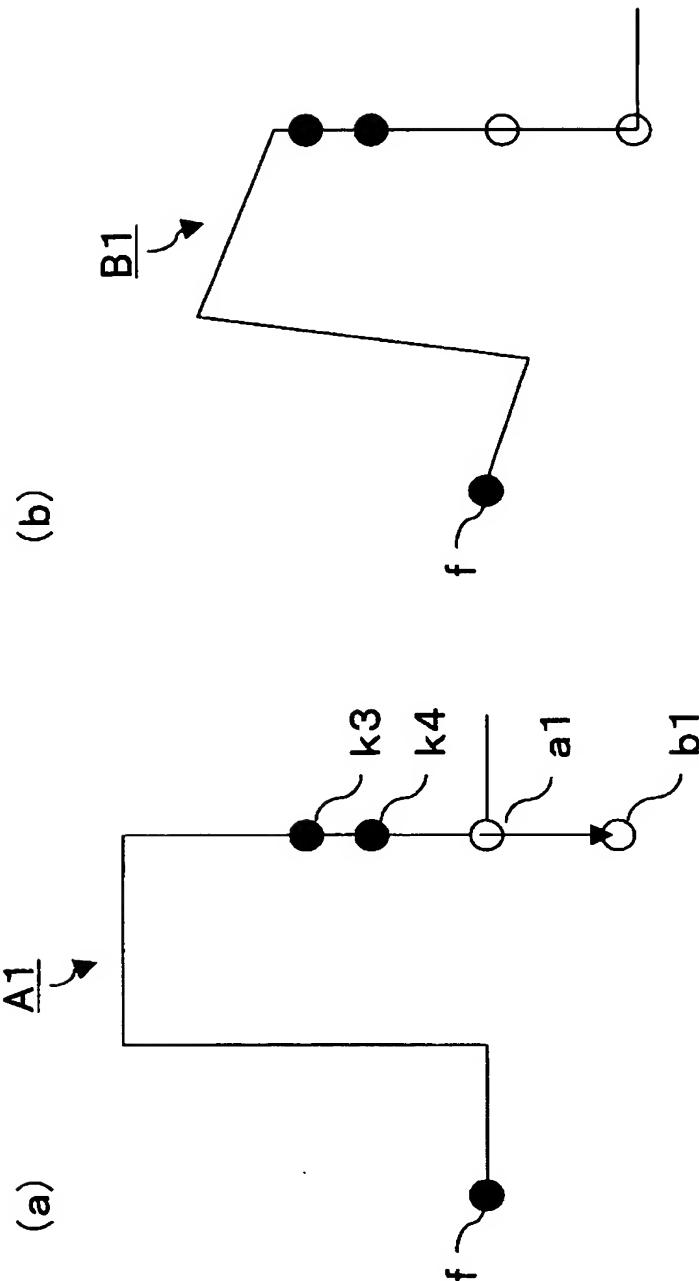
【図21】



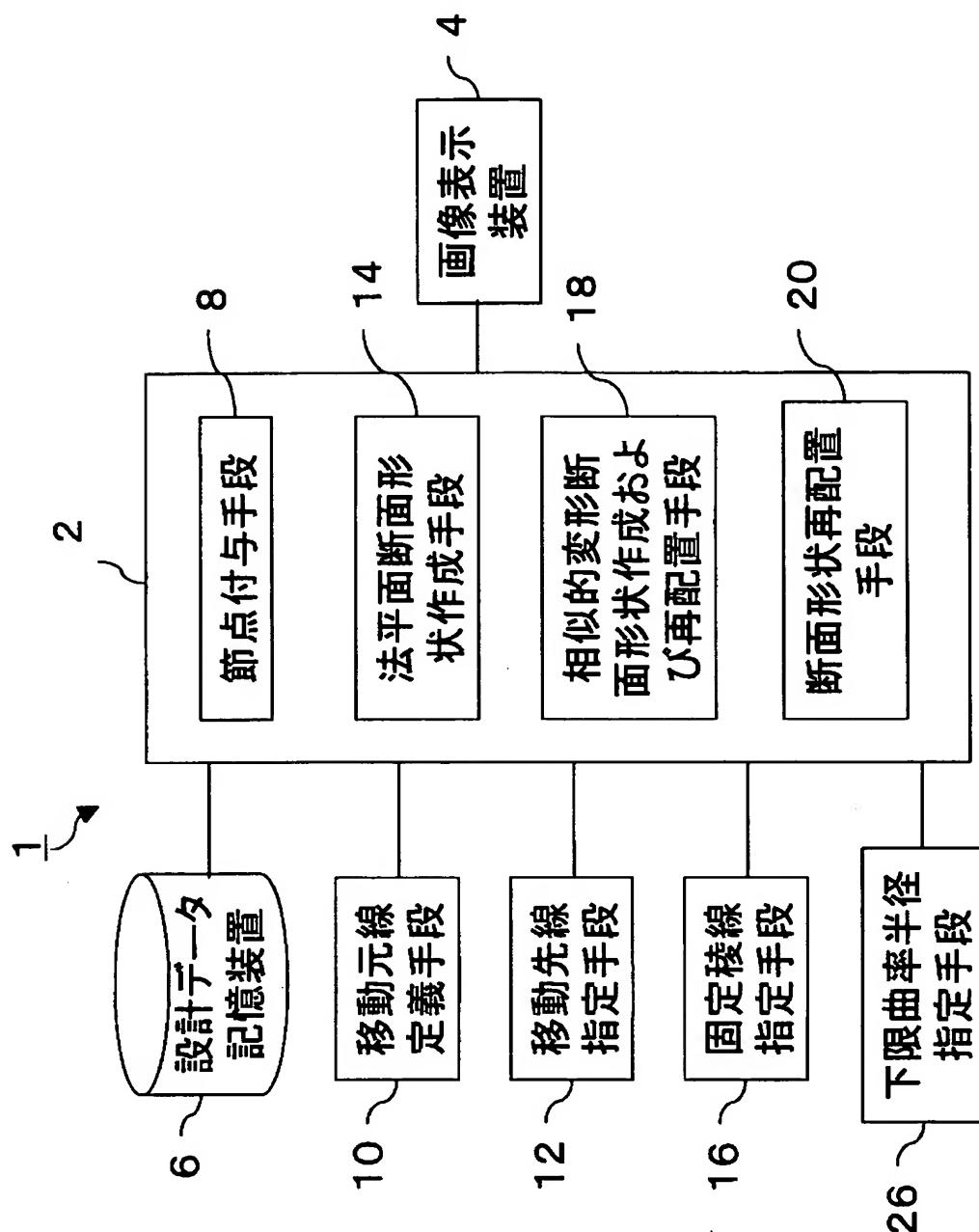
【図22】



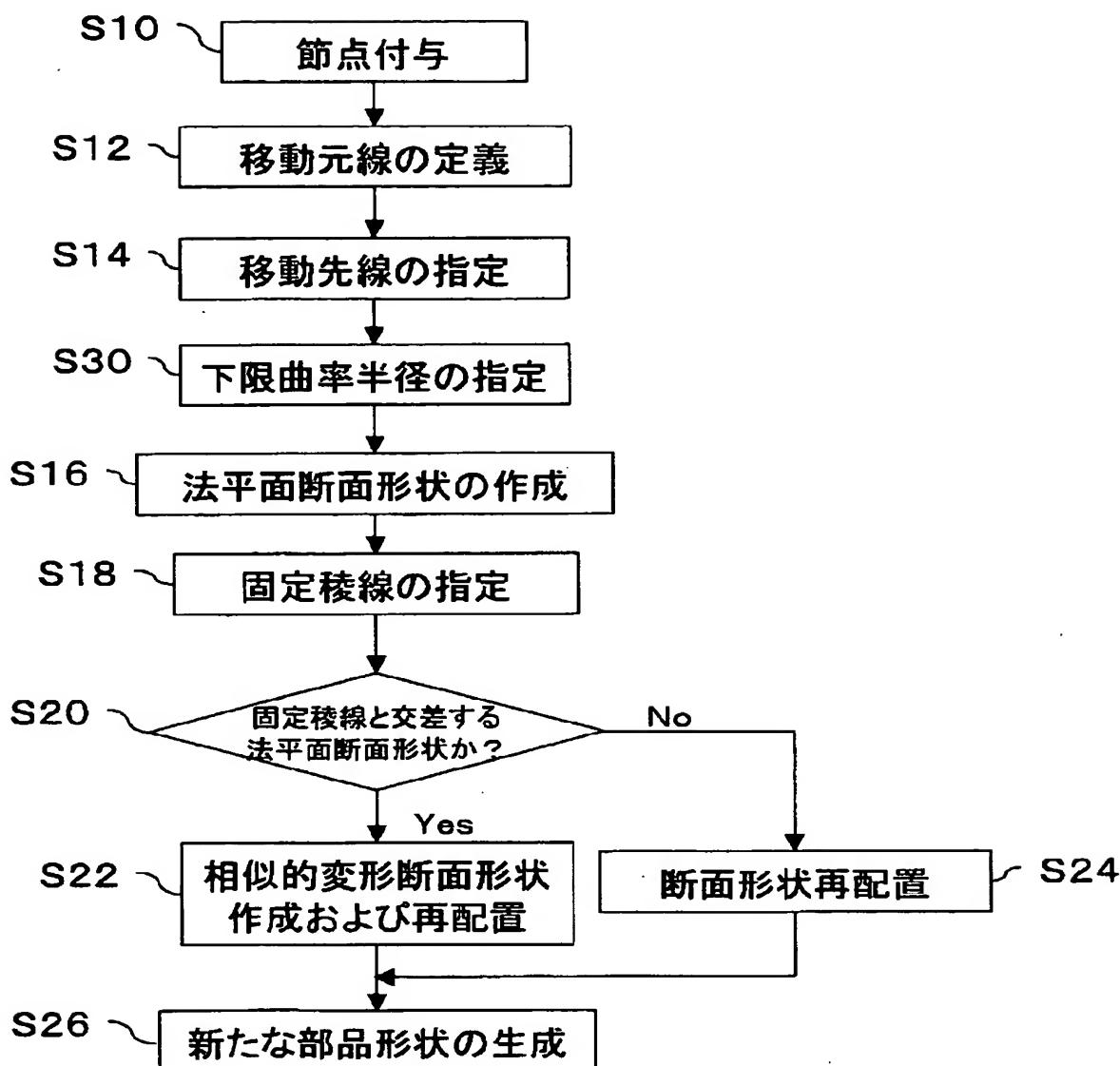
【図23】



【図24】

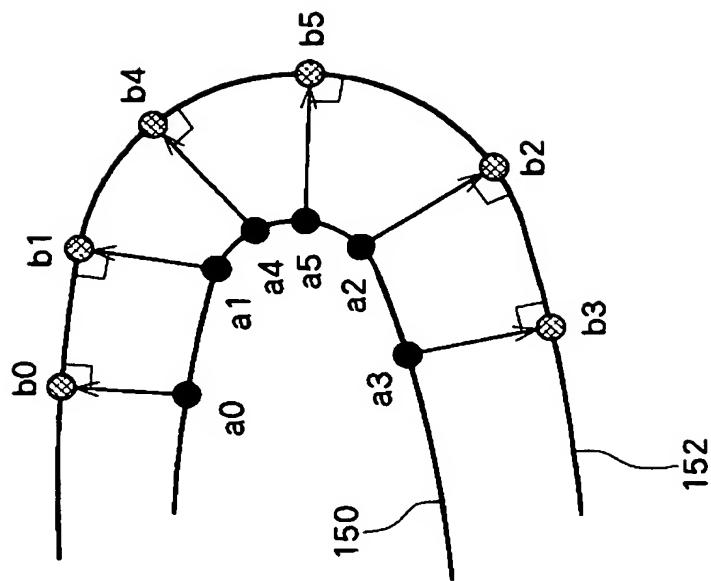


【図25】

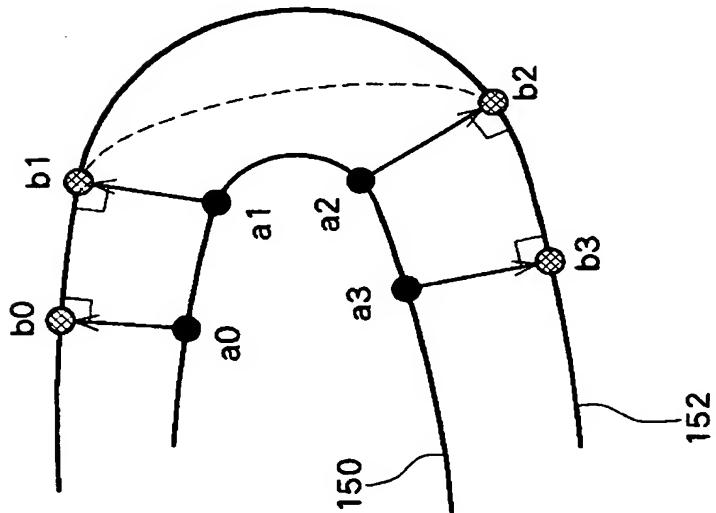


【図 26】

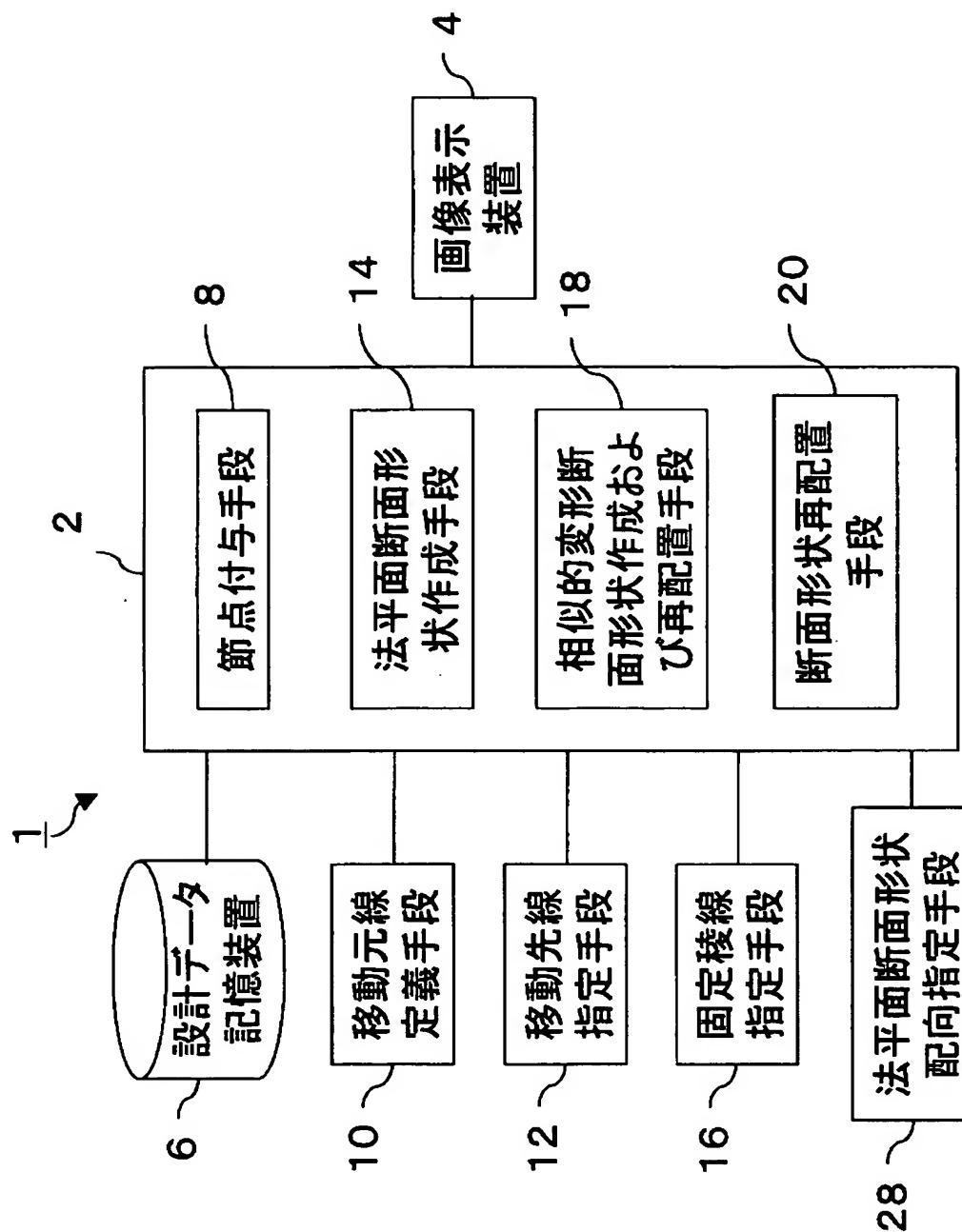
(b)



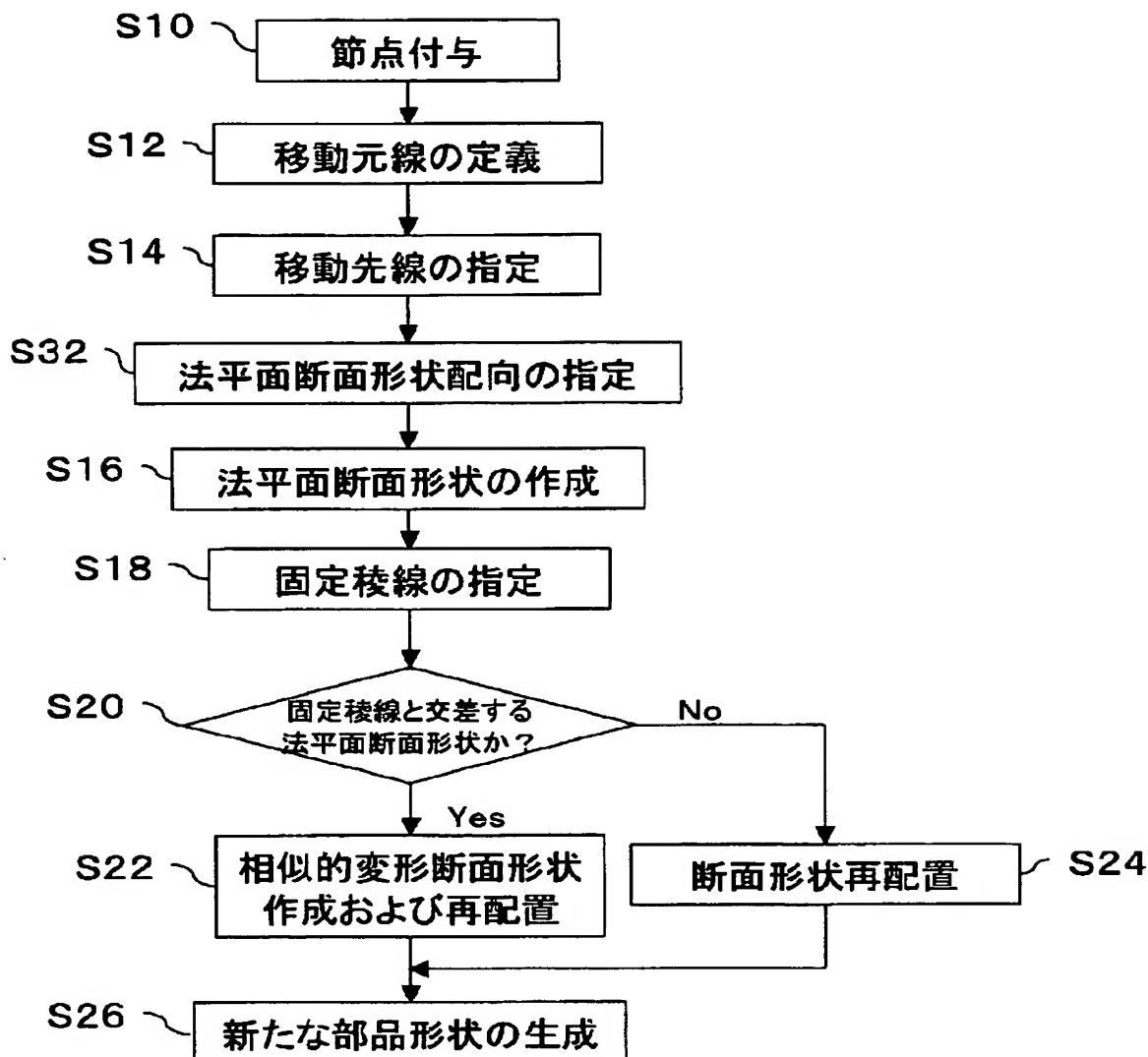
(a)



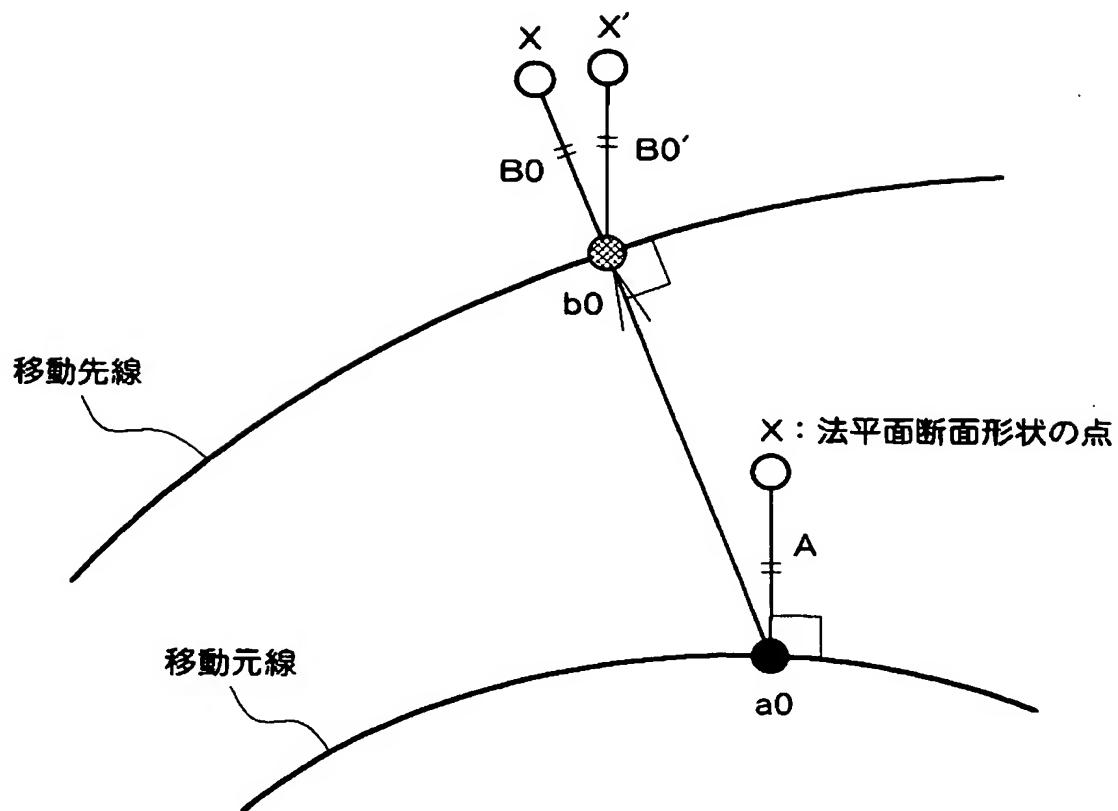
【図27】



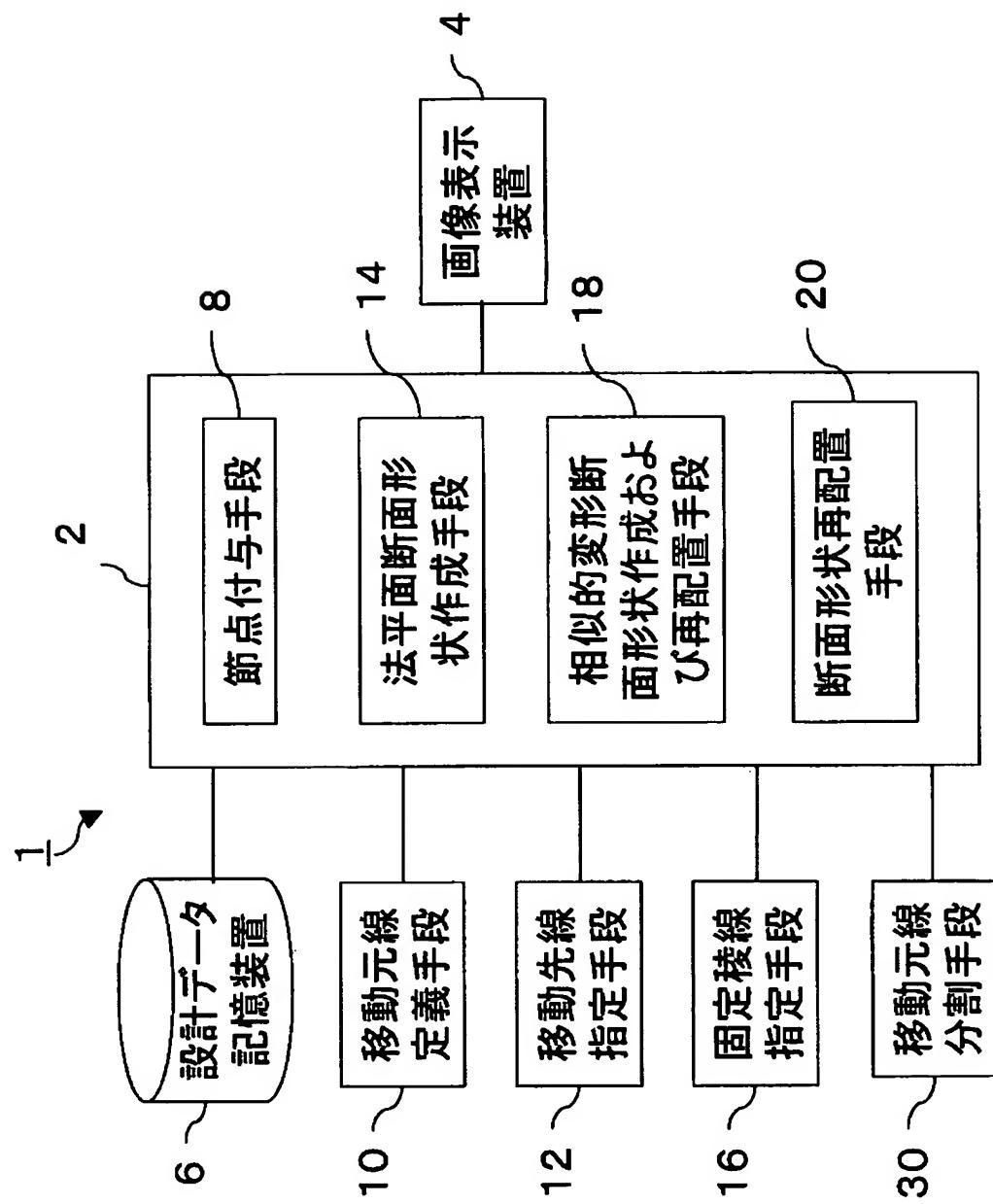
【図28】



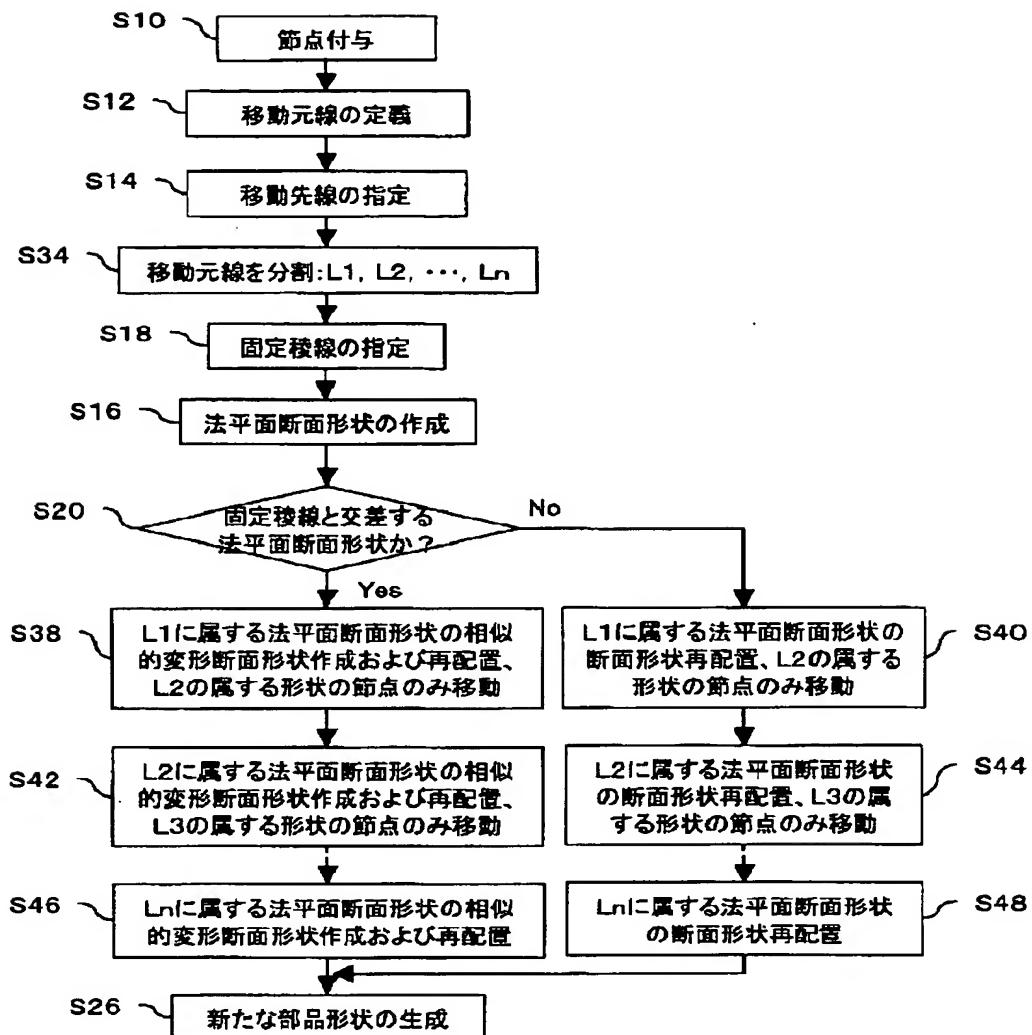
【図29】



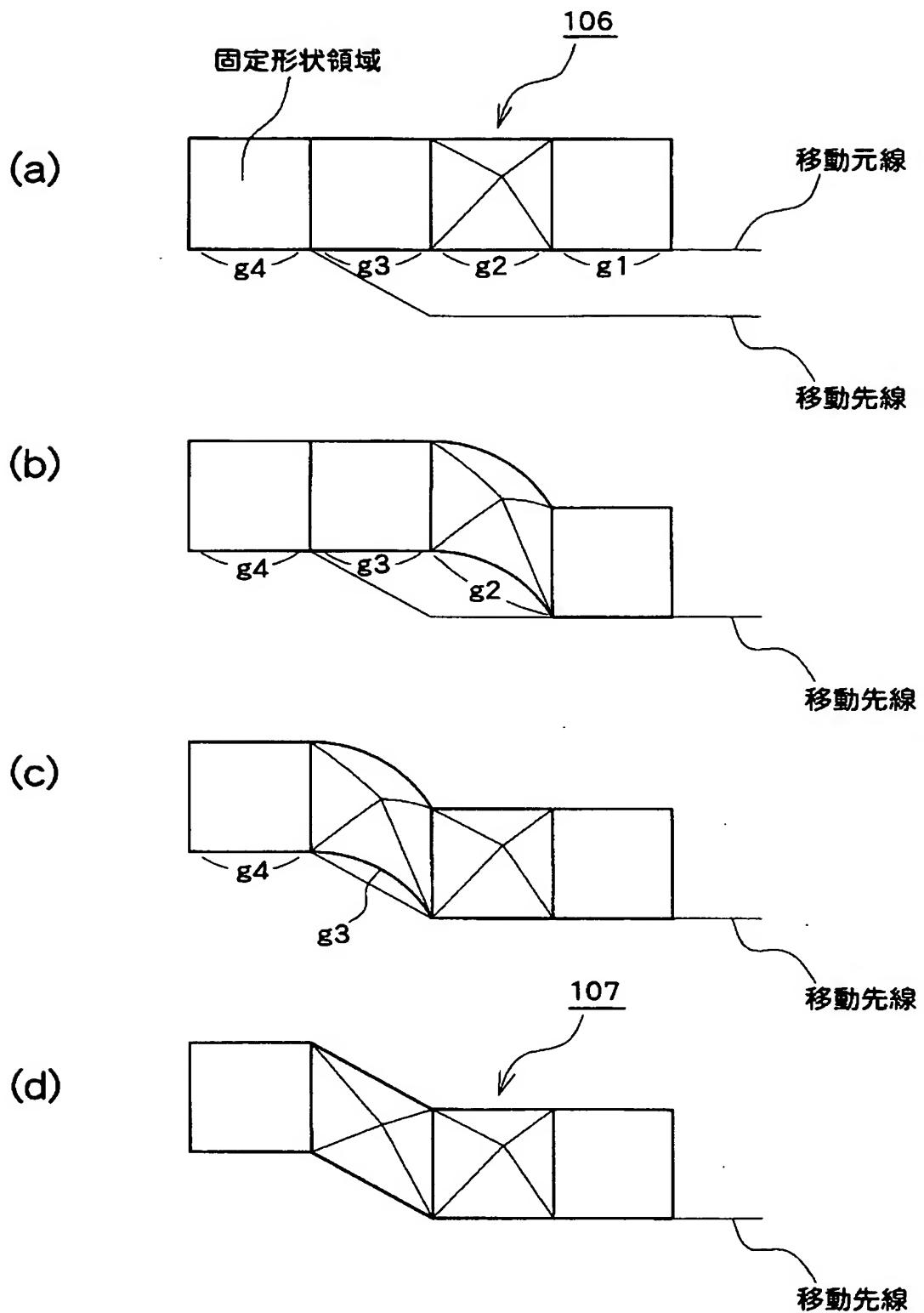
【図 30】



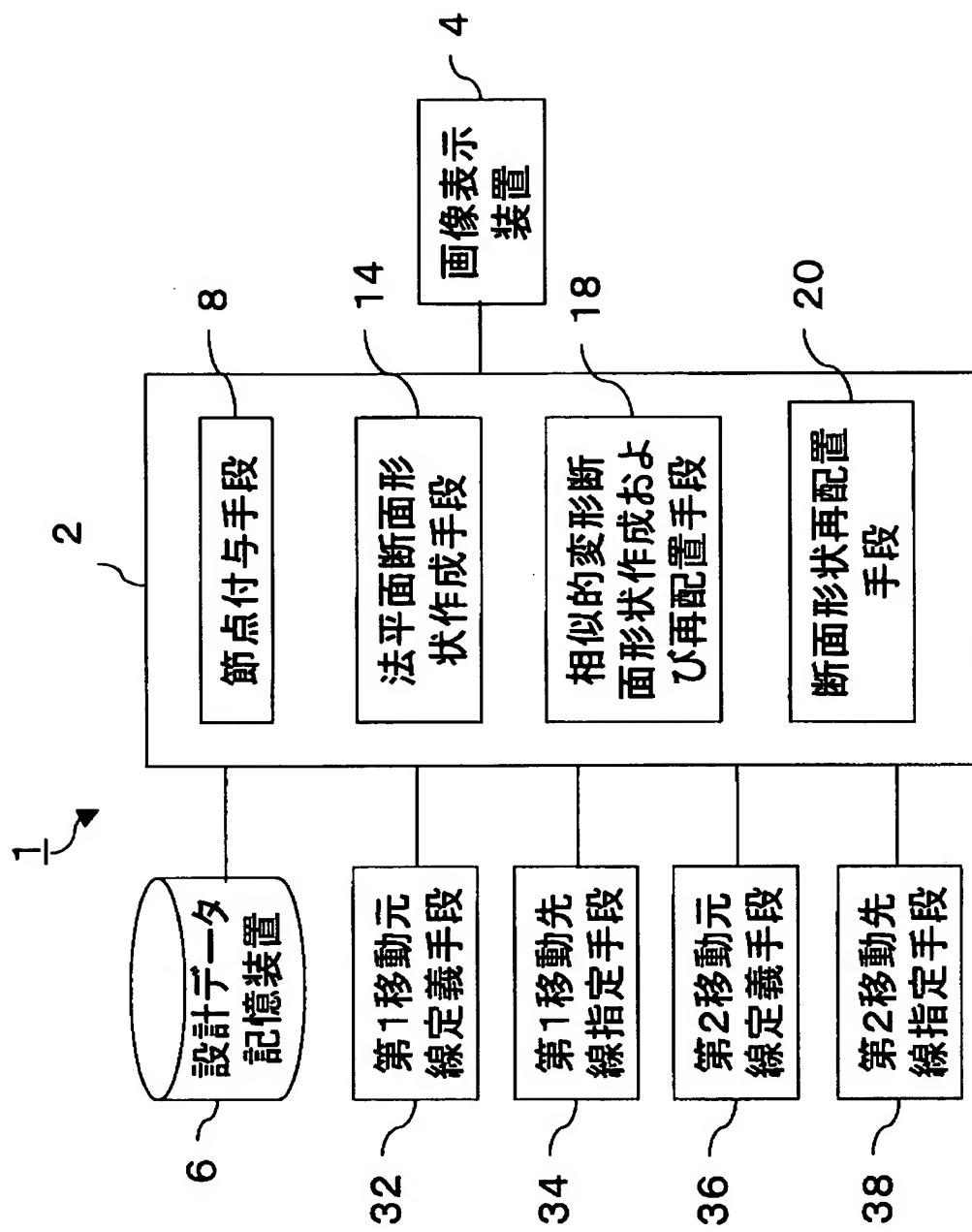
【図 31】



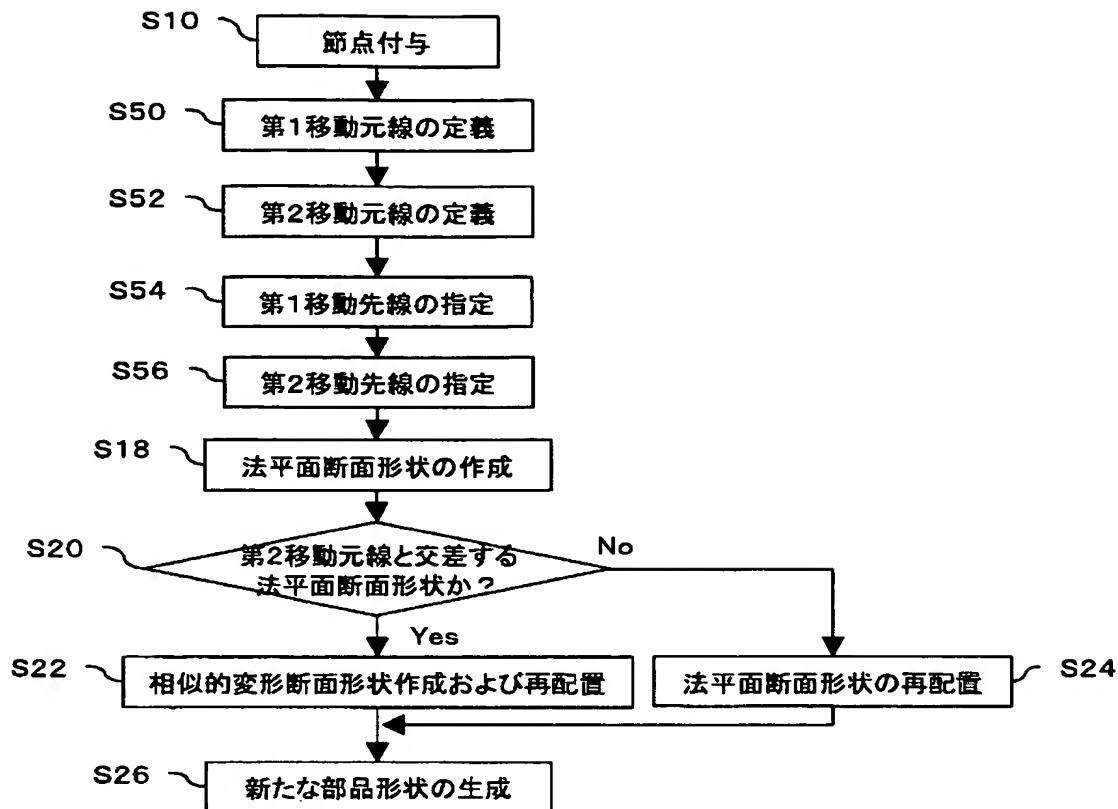
【図32】



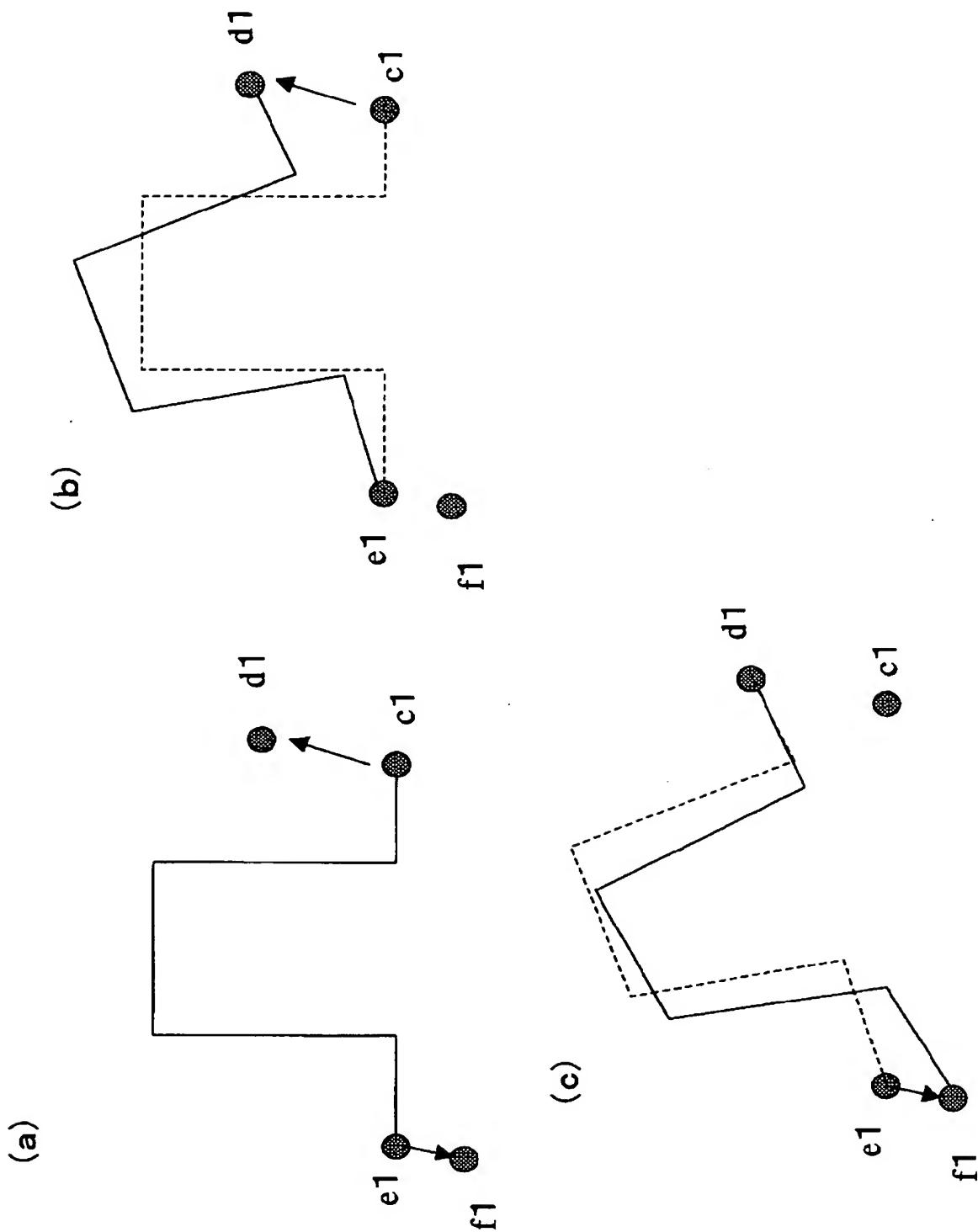
【図33】



【図34】

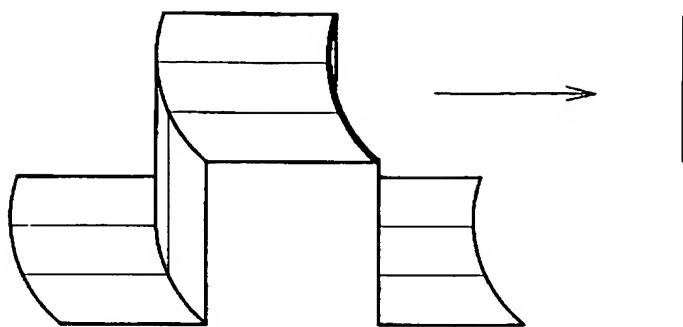


【図35】

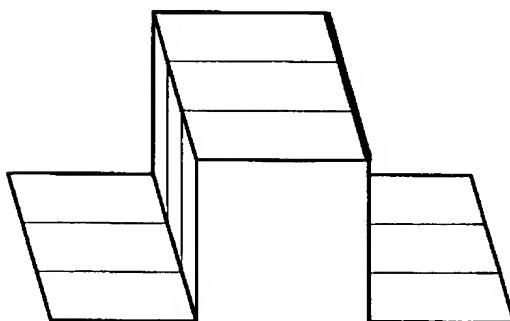


【図36】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 既存の部品形状に基づいて、新たな部品形状の設計を効率的に行う。

【解決手段】 既存の物品形状に対して、節点付与手段8により節点を付与し、移動元線定義手段10により稜線の一つを移動元線と定義し、法平面断面形状作成手段14により移動元線上の節点の法平面による既存部品の断面形状を作成する。移動先線指定手段12により移動元線の移動先である移動先線を指定し、固定稜線指定手段16により既存部品形状から固定稜線を指定する。固定稜線と交差する法平面断面形状に対しては、相似的変形断面形状作成および再配置手段18により移動元線に属する節点を前記移動先線上の対応する点に移動させる相似的変形を施し再配置させ、固定稜線と交差しない法平面断面形状は断面形状再配置手段20により移動先線上の対応する点に再配置させ、再配置された形状の連なりによって規定される新たな部品の形状を生成する。

【選択図】 図1

特願 2003-184124

出願人履歴情報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
氏 名 トヨタ自動車株式会社